

(11) *Número de Publicação:* PT 826090 E

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)
E01F009/06 A

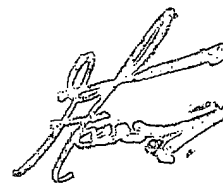
(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) <i>Data de depósito:</i> 1996.04.11	(73) <i>Titular(es):</i> MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY 3M CENTER SAINT PAUL, MINNESOTA 55101 US
(30) <i>Prioridade:</i> 1995.05.19 US 445285	
(43) <i>Data de publicação do pedido:</i> 1998.03.04	(72) <i>Inventor(es):</i> DAVID C. MAY SITHYA S. KHIEU CHRISTINA U. THOMAS RONALD W. GERDES DAVID J. LUNDIN US US US US US
(45) <i>Data e BPI da concessão:</i> 2000.01.05	(74) <i>Mandatário(s):</i> ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA RUA DAS FLORES 74 4/AND. 1294 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* MARCADOR RETRO-REFLECTOR SALIENTE DE PAVIMENTO

(57) *Resumo:*





DESCRIÇÃO

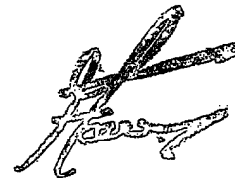
“Marcador retro-reflector saliente de pavimento”

O presente invento refere-se a marcadores retro-reflectores salientes de pavimento que são usados para marcações e delineação de tráfico, e mais particularmente a um marcador saliente durável de pavimento de alto módulo aparente que possui um módulo de flexão elevado e resistência ao impacto para resistir a impactos de veículos.

Os marcadores salientes de pavimento são muito usados como marcadores de tráfico de auto-estradas para proporcionarem uma delineação da faixa de rodagem. Um tipo de marcador saliente de pavimento é um marcador retro-reflector que tem uma caixa em concha que é cheia com um composto cerâmico duro e quebradiço. Estes marcadores tendem a sofrer uma grande taxa de quebras e de fragmentação sob a acção dos impactos cíclicos dos veículos. Contudo, pelo menos um fabricante de marcadores tentou melhorar a durabilidade da caixa. Por exemplo, a patente U.S. N.º. 5 340 231 de Steere et al. (cedida à Stimsonite Corporation) ensina a usar um terpolímero de blocos de acrílico-estireno-acrilonitrilo reforçado com fibra de vidro recortada para moldagem da caixa, mas enchendo ainda a cavidade da caixa com um composto rígido de epoxi.

O uso de material plástico de grande resistência ao impacto (i.e., material plástico que tem uma resistência ao impacto maior do que 53,5 J/m (1 pé-libra/polegada) tal como definido e medido pela ASTM D1822), para o fabrico da caixa, tem sido praticado pela cessionária do presente pedido, a Minnesota Mining and Manufacturing Company, Inc. (“3M”), desde os meados dos anos 80. Um tal uso de material de alta resistência ao impacto é revelado pela patente U.S. N.º. 4 875 798 concedida a May (cedida à “3M”), e tendo resultado na comercialização dos marcadores 3M de alto rendimento, modelos 280, SP280, 240 e SP240. A U.S.-A-5 340 231 revela uma caixa de pouca altura e um sistema de lentes para uso num marcador de pavimento. A caixa tem em geral a forma de concha e apresenta um rebaixo para acomodar o elemento de lente retro-reflectora. A caixa está provida de meios que definem uma base plana para proporcionar adesão do marcador ao pavimento.

Um objectivo primário deste invento é proporcionar um marcador saliente de pavimento melhorado, particularmente um marcador saliente de pavimento durável



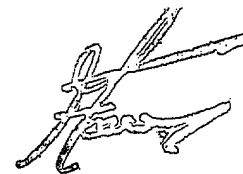
que tem uma lente retro-reflectora alojada numa construção de corpo melhorada que suporta o impacto do tráfico de estrada, de modo a obter-se um marcador de longa duração. Isto consegue-se em parte proporcionado caminhos para redirigir as forças de impacto de compressão e corte para forças de tracção e compressão na base do marcador.

É um outro objectivo deste invento proporcionar um desenho melhorado de corpo de marcador.

De acordo com o invento, o marcador saliente de pavimento pode ter fendas para os dedos agarrarem para facilidade de manuseamento, podendo utilizar uma construção compósita, e/ou pode ter uma adesão melhorada do marcador à estrada usando uma construção compósita que inclui uma placa de base plana, moldada, padronizada, com módulo de Young alto para reforçar a rigidez da caixa do marcador e melhorar a compatibilidade com diversos adesivos que incluem betume e epoxi.

É um outro objectivo deste invento produzir um marcador com um alto módulo de flexão aparente.

Estes e outros objectivos são conseguidos com as características da reivindicação independente 1. As reivindicações dependentes são dirigidas às concretizações preferidas do invento. Assim, um marcador de pavimento compreende preferivelmente uma concha superior sem material cerâmico (não cheia) e uma placa de base inferior que define em conjunto uma caixa com um interior, e numerosas nervuras no interior da caixa com uma orientação substancialmente perpendicular à parede interior da placa de base. A concha superior tem primeira e segunda faces de extremidade opostas inclinadas, primeira e segunda faces convexas laterais opostas, uma face superior, uma superfície periférica de fundo, uma parede interior, e é feita de material plástico que tem um módulo de flexão moderado a alto tal como definido abaixo. A concha superior tem um perfil baixo e bordos curvos para minimizar o impacto dos veículos. A placa base inferior tem uma parede interna plana e uma parede exterior de engate com o pavimento oposta plana, e é feita de material com um Módulo de Young de, pelo menos, 300.000 PSI ($20,7 \times 10^8$ Pascal), preferivelmente maior que 400.000 PSI ($27,58 \times 10^8$ Pascal), e mais preferivelmente maior que 500.000 PSI ($34,48 \times 10^8$ Pascal). A placa de base é também preferivelmente feita de material plástico.

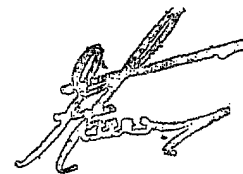


O módulo de Young, tal como usado na presente aplicação, é definido e medido de acordo com a ASTM D638, volume 08,01; e o módulo de flexão, tal como usado na presente aplicação, é definido e medido de acordo com ASTM D790. Para os materiais plásticos usados no presente invento, que tanto podem ser materiais de consolidação a quente como termoplásticos, é considerado um módulo baixo (tanto de Young como de flexão) o inferior a 50.000 PSI ($3,45 \times 10^8$ Pascal) ou menos; um módulo moderado (tanto de Young como de flexão) é considerado como sendo de 50.000 PSI ($3,45 \times 10^8$ Pascal) até 300.000 PSI ($20,7 \times 10^8$ Pascal); e é considerado um módulo alto (tanto de Young como de flexão) o que está acima de 300.000 PSI ($20,7 \times 10^8$ Pascal). Por módulo de flexão alto a moderado quer-se dizer um módulo de flexão abrangendo tanto as gamas moderadas como as altas, i.e., um módulo de flexão de pelo menos 50.000 PSI ($3,45 \times 10^8$ Pascal).

As nervuras são formadas unitariamente (i.e., formadas como uma única peça) com uma das paredes interiores (i.e., a parede interior da concha superior ou a parede interior da placa de base) e prolonga-se para cima a partir da parede interior da placa de base para a parede interior da concha para suportar a parede interior da concha. Uma lente retro-reflectora está posicionada em pelo menos uma das primeira e segunda faces laterais opostas do marcador.

A concha superior é feita preferivelmente de resina termoplástica tal como o policarbonato, e inclui preferivelmente cerca de 15% a cerca de 30% de reforço de fibra de vidro. O reforço de fibra de vidro aumenta a rigidez de flexão da concha superior. A forma da concha superior, a escolha do material e o afastamento das nervuras são preferivelmente seleccionados para permitir facilidade de moldagem e para minimizar o uso do material e as despesas. A placa de base é seleccionada para se conseguir um marcador suficientemente rígido para resistir à flexão em uso. A superfície periférica do fundo da concha pode ter um rebaixo periférico nela formado para receber a placa de base.

Numa primeira concretização de acordo com o invento, as nervuras são formadas unitariamente com a parede interior da concha. Numa segunda concretização de acordo com o invento, as nervuras são formadas unitariamente com a parede interior da placa de base. Dentro de cada protótipo, são possíveis variações do padrão das nervuras. Num padrão de nervuras, as nervuras podem ser dispostas para se prolongarem longitudinalmente e transversalmente num padrão em grelha. Num outro padrão de nervuras, as nervuras são divididas num



primeiro grupo onde as nervuras são de forma circular e concêntrica, e num segundo grupo onde as nervuras se prolongam radialmente em relação ao primeiro grupo.

Num aspecto do invento, o marcador de pavimento tem um módulo aparente mínimo (como definido abaixo) de cerca de 80.000 PSI ($5,52 \times 10^8$ Pascal), e preferivelmente 100.000 PSI ($6,9 \times 10^8$ Pascal).

Noutro aspecto do invento, a primeira e segunda faces de extremidade são inclinadas a um ângulo de aproximadamente 30° , e a primeira e a segunda faces laterais são convexas do alto para o fundo e de extremidade a extremidade.

Em ainda outro aspecto do invento, a primeira e segunda faces laterais têm nelas formadas fendas opostas rebaixadas para os dedos poderem agarrar.

Os presentes inventores continuaram a expandir o conhecimento na arte de marcadores de alto rendimento investigando modos de falha de adesão à estrada, para desenhar um marcador durável que aderisse à estrada não só com adesivos do tipo epoxi como também adesivos de betume. Para que o marcador possa flexionar ou dobrar-se à volta de um eixo neutro, o corpo superior e as nervuras têm de se comprimir, e a base alongar-se. Quando a compressão e o alongamento ocorrem, cria-se uma frente de desprendimento, ou de levantamento a qual terá eventualmente como resultado uma falha na aderência do marcador. A falha pode ocorrer entre a superfície da estrada e o adesivo ou a base do marcador e o adesivo. "Frente de desprendimento" é o termo que usamos para descrever um rasgar no adesivo betuminoso (falha coesiva do betume), falha do adesivo betuminoso da base do marcador, ou falha do adesivo betuminoso da superfície da estrada. Na análise de elementos finitos ("FEA") que foi executada por nós para estudar este fenómeno, a "frente de desprendimento" especifica a extensão do rasgar e/ou qualquer desses tipos de falhas. Por exemplo, na Fig. 8, a extensão da frente de desprendimento está representada por um conjunto de nodos na interface adesivo/estrada, possuindo forças de reacção negativas. Estas forças são de tracção (ou de elevação) incidindo no adesivo A. As cargas (forças) horizontais e verticais estão indicadas pelas letras de referência X e Y, respectivamente.

Desenvolvemos uma nova construção de marcador em resultado das nossas investigações, para minimizar a carga de impacto, e reduzir a deformação pelos pneus e a acumulação de sujidade no seu corpo. Com os dados das forças de



impacto que coligimos para vários marcadores comercialmente disponíveis, conduzimos uma FEA comparativa, e descobrimos que as características de comportamento do material dos marcadores têm um efeito significativo na adesão dos marcadores de estrada; especificamente, que existe uma gama crítica na rigidez do marcador em que o marcador terá boa aderência à estrada com um adesivo macio.

Uma vantagem do marcador de alto módulo aparente é a capacidade para escolher e seleccionar materiais que possam ser processados na prática a um alto volume de produção, optimizando as combinações de construção de materiais plásticos de alto módulo de flexão a moderado e de alta resistência ao impacto para a caixa, e materiais para a placa de base que têm um módulo de Young de pelo menos aproximadamente 300.000 PSI ($20,7 \times 10^8$ Pascal), preferivelmente maior que 400.000 PSI ($27,58 \times 10^8$ Pascal), e mais preferivelmente maior do que 500000 PSI ($34,48 \times 10^8$ Pascal).

Por conseguinte, outra vantagem do presente invento é a nossa capacidade para facilmente produzir um marcador de pouco peso por meio de um simples processo de moldagem por injeção. Este processo permite um simples meio de mudar a cor e elimina a necessidade de encher a concha superior.

É uma outra vantagem deste presente invento usar os nossos conhecimentos de moldagem por injeção para optimizar o uso de material, construindo o marcador com a metodologia e procedimentos revelados pelos ensaios.

O invento é melhor compreendido lendo a Descrição Detalhada das Concretizações Preferidas que se seguem, com referência às figuras dos desenhos que a acompanham, onde os números de referência semelhantes se referem no conjunto a elementos idênticos, e onde:

a Fig. 1 é uma vista superior em perspectiva de um marcador de pavimento de acordo com uma primeira concretização do presente invento;

a Fig. 2 é uma vista em perspectiva da parte inferior de uma concha superior de um marcador de pavimento de acordo com uma segunda concretização do presente invento;



a Fig. 3 é uma vista superior em perspectiva de uma placa de base inferior tendo um primeiro padrão de nervuras para utilizar com a concha superior da Fig. 2;

a Fig. 4 é uma vista superior em perspectiva de uma placa de base inferior tendo um segundo padrão de nervuras para usar com a concha superior da Fig. 2;

a Fig. 5 é uma vista inferior em perspectiva do marcador da Fig. 1, com a placa de base afastada para mostrar um primeiro padrão de nervuras e um rebaixo periférico na superfície periférica inferior da concha superior;

a Fig. 6 é uma vista inferior em perspectiva de uma segunda concretização de um marcador de pavimento de acordo com o invento, com a placa de base afastada para mostrar um segundo padrão de nervuras;

a Fig. 7 é uma vista inferior em perspectiva de uma terceira concretização de um marcador de pavimento, com placa de base afastada;

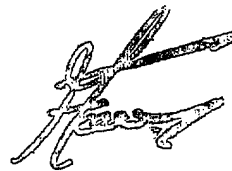
a Fig. 8 é um diagrama de um modelo de elementos finitos de um impacto inicial de um pneu e as forças de reacção num marcador 3M modelo 280;

a Fig. 9 é uma primeira concretização de um único director de energia;

a Fig. 10 é uma segunda concretização de um único director de energia; e

a Fig. 11 é uma terceira concretização de um único director de energia.

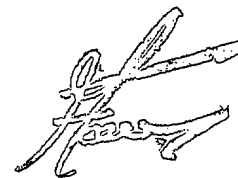
O presente invento resulta da nossa investigação de falha de adesão à estrada de modelos de marcadores salientes de pavimentos, e a nossa intenção de desenhar um marcador durável que possa aderir à estrada usando adesivo de betume bem como um adesivo do tipo epoxi. Um dos passos iniciais tomados no desenvolvimento do presente invento foi estudar o valor da área da superfície no fundo do marcador para aderir à estrada. Isto envolveu o uso de certos materiais como epoxi, acrílico, estireno, etc. que foram usados para encher o espaço entre as nervuras. Achámos que o aumento da área de adesão ajuda a melhorar a adesão à estrada, mas não por uma duração suficientemente longa. Em alguns casos, os nossos resultados mostraram que os marcadores com uma base de maior área fazem cortes menos profundos no adesivo do que os marcadores com



base de menor área. Isto é referido como o efeito do “cortador de bolachas”.

Também considerámos o aumento da área de adesão acrescentando uma base em forma de flange para aumentar o tamanho da base do marcador. Surpreendentemente, os resultados mostraram uma pior retenção à estrada do que o marcador normal. Também tentámos melhorar a adesão à estrada fazendo marcadores com outras formas semelhantes aos marcadores existentes 3M e de concorrentes, mas feitos de materiais sólidos como policarbonato e copolímero de acrilonitrilo- butadieno-estireno (ABS). Os resultados foram misturados. Estes marcadores 3M mostraram ligeiros melhoramentos relativamente aos marcadores 3M existentes; enquanto que os marcadores de ensaio da concorrência funcionavam pior do que os marcadores existentes da concorrência sobre os quais tivessem sido modelados, mas ligeiramente melhores do que os marcadores de ensaio 3M. Os últimos resultados levaram à nossa hipótese, para uma adesão melhorada dos marcadores de estrada, que inclui não só apenas a configuração do marcador como também as propriedades do material dos marcadores. Investigámos a nossa hipótese estudando as forças de impacto, desenvolvendo FEA's, testando protótipos no laboratório, e verificando os resultados do laboratório nos locais de utilização.

A relação entre as forças transmitidas à base do marcador (que conduzem à falha da adesão do marcador à estrada) e a geometria do marcador foi cuidadosamente estudada. Um dispositivo piezoeléctrico muito sensível transdutor de forças foi construído para coligir as forças de impacto de veículos tanto do nosso simulador do desgaste causado por veículos (um dispositivo de ensaio de laboratório que simula o andamento de um pneu de automóvel em carga) e a partir de automóveis reais e semi-atrelados numa extensão de ensaio controlada da Auto-estrada 103 em Minnesota. O estudo revelou resultados surpreendentes acerca dos nossos marcadores 3M modelo 280 existentes e dos marcadores da concorrência. Os marcadores 3M carregavam no trabalho cargas menores do que os da concorrência. Estes resultados reforçaram ainda mais a nossa hipótese original acerca do papel da propriedade de flexão do material do marcador. Adicionalmente ao efeito do perfil, os resultados também demonstraram a dependência do colapso do pneu e tipo de pneu de automóvel ou pneu de semi-atrelados nas forças compressivas. Estes dados da força de impacto permitiram-nos redesenhar a configuração do marcador para minimizar a força de impacto e reduzir o desgaste do pneu e a acumulação de sujidade no corpo.



Com os dados das forças de impacto ao nosso dispor, realizámos um FEA comparativo num marcador típico da concorrência e num marcador existente Modelo 280 da 3M. Os resultados foram de novo surpreendentes. Primeiro, eles confirmaram a nossa suspeita acerca da área de adesão. O marcador 3M existente tem a superfície do fundo com nervuras. As nervuras fazem com que algumas áreas da base tenham forças de tracção e algumas forças de compressão; o efeito é fazer oscilar o marcador, fazendo com que eventualmente corte através do adesivo tal como um cortador de bolachas. As forças de tracção estão mostradas na Fig. 8. Segundo, havia duas regiões, uma no bordo de ataque e uma no bordo de saída do marcador, que suportam forças de tracção (de desprendimento ou de elevação); sendo isto especialmente óbvio na região mais próxima dos locais de impacto.

Estes resultados explicam porque é que o nosso material de alta resistência ao impacto não funciona tão bem como um adesivo macio como o betume, quando comparado com um adesivo duro como o epoxi; quando o epoxi é usado como adesivo para aderir o marcador à estrada, o epoxi solidificará e irá tornar-se rígido na base. Esta adesão rígida evita a flexão do marcador, o que controla o esforço induzido no adesivo. Com o adesivo macio, foi permitido ao corpo do marcador flectir; esta acção de flexão por sua vez induz esforço no adesivo, o que eventualmente arrancará o adesivo dos bordos de ataque e de fuga. Adicionalmente, a falta de área de adesão diminui a quantidade de almofada de adesivo sob o marcador através da sua acção de cortar bolachas; portanto, o resultado geral é um desempenho inigualável ao adesivo epoxi.

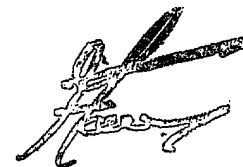
A análise que fizemos a seguir foi para minimizar a magnitude da flexão do marcador. Primeiro fizemos o marcador sólido, sem nervuras, e analisámo-lo quanto às forças de elevação. Os resultados demonstraram uma redução das forças de elevação e também nos conduziram a avaliar material de alto módulo de flexão. De novo os resultados mostraram menos força de elevação com o aumento do módulo de flexão. Numa tentativa para reproduzir estes resultados em marcadores geralmente vazios ou com nervuras, reforçámos a base do marcador com um material delgado mas com alto módulo de Young; isto resultou na redução das forças de desprendimento. Foi um resultado significativo saber que podíamos obter uma redução equivalente da força de elevação com muito menos material. Um módulo de Young de pelo menos 300.000 PSI ($20,7 \times 10^8$ Pascal) na base do marcador evitaria que ele esticasse, e portanto evitaria a acção de flexão do marcador durante o impacto. O modelo FEA mostrou adicionalmente que com



material laminado FR-4 (disponível a partir da Allied Signal Laminate Systems Inc.) de apenas 0,090 pol. (0,229 cm) de espessura, o novo desenho suportou forças de elevação menores do que os marcadores da concorrência, nas mesmas condições de carga.

Com base nos resultados dos nossos ensaios, dois moldes protótipo foram construídos para moldar com seis diferentes materiais de conchas e seis diferentes materiais da placa de base. Ambos os protótipos são caracterizados por terem em comum uma concha superior sem cerâmica (não cheia) e uma placa de base, definindo juntamente uma caixa com um interior, e um grande número de nervuras no interior da caixa orientadas de modo substancialmente perpendicular à parede interior da placa de base. A concha superior tem primeira e segunda faces de extremidade, inclinadas e opostas, primeira e segunda faces laterais convexas opostas, uma face superior, uma face periférica do fundo, e uma parede interior, e é feita de material plástico com um módulo de flexão moderado a alto com uma grande resistência ao impacto. A concha superior tem um perfil baixo e bordos curvos para minimizar o componente de corte resultante do impacto do veículo. A placa de base inferior tem uma parede interior plana e uma parede plana oposta exterior que engata com o pavimento, e é feita de material que tem um módulo de Young de pelo menos 300.000 PSI ($20,7 \times 10^8$ Pascal), preferivelmente maior do que 400.000 PSI ($27,58 \times 10^8$ Pascal), e mais preferivelmente maior do que 500.000 PSI ($34,48 \times 10^8$ Pascal). As nervuras são formadas unitariamente com uma das paredes interiores (i.e., a parede interior da concha superior ou a parede interior da placa de base) e projectam-se para cima da parede interior da placa de base para a parede interior da concha para suportar a parede interior da concha. Uma lente retro-reflectora é colocada em pelo menos uma das primeira e segunda faces laterais opostas do marcador.

As nervuras proporcionam uma estabilidade estrutural para a caixa do marcador usando muito pouco material. Funcionam de uma maneira semelhante a uma estrutura em gaiola num plano tridimensional. Um corte transversal do marcador tirado ao longo de um plano paralelo à base revela uma rede tridimensional em treliça de membros que, numa concretização preferida, têm uma geometria triangular. Estas nervuras são semelhantes aos membros delgados que actuam para suportar tanto as forças de corte como as de compressão resultantes do impacto de veículos e, como uma estrutura em gaiola, as nervuras suportam a carga axial que resulta principalmente da carga de compressão, bem como do esforço de corte e do momento em torno de cada nervura de ligação.



A concha superior pode incluir suficiente pigmento para conseguir a cor desejada. A placa de base é feita de material com um módulo de Young de pelo menos aproximadamente 300.000 PSI ($20,7 \times 10^8$ Pascal), preferivelmente maior que 400.000 PSI ($27,58 \times 10^8$ Pascal), e mais preferivelmente maior que 500.000 PSI ($34,48 \times 10^8$ Pascal), para resistir às forças aplicadas. A configuração da concha superior, a escolha do material e o espaçamento das nervuras são seleccionados para permitir facilidade na moldagem e para minimizar o material usado e as despesas. A placa de base é seleccionada para se obter um marcador suficientemente duro para resistir à flexão quando em uso. Uma placa de base que preenche este requisito é uma pequena esteira de fibra de vidro impregnada de epoxi. Outras placas da base podem ser moldadas a partir de matrizes termoplásticas nas quais são inseridas pequenas esteiras de vidro; as possíveis combinações de termoplástico e de esteira de vidro são Lexan 3412 e esteira de vidro JPS 1362 (disponíveis na JPS Fabrics, uma divisão da JPS Converter and Industrial Corporation de Slater, Carolina do Sul) Lexan 3412 e esteira de vidro JPS 1358 (também disponíveis a partir da JPS Fabrics), e Lexan 3412 e esteira de vidro JPS 1353 (disponíveis a partir da JPS Fabrics).

A lente é feita de um material seleccionado para se conseguirem as desejadas propriedades retro-reflectoras e para aderir à concha superior. Um exemplo adequado encontra-se na patente U.S. N.º. 4 875 798 para Nelson. A lente pode ser fixa com um adesivo adequado, mas mais preferivelmente é soldada ao corpo do marcador, por exemplo por soldadura ultra-sónica ou por soldadura por vibração para se conseguir vedação.

Os dois protótipos diferem na localização das nervuras. No primeiro protótipo de acordo com o invento, as nervuras são formadas unitariamente com a parede interior da concha. No segundo protótipo de acordo com o invento, as nervuras são formadas unitariamente com a parede interior da placa de base. Dentro de cada protótipo, são possíveis variações do padrão das nervuras, como descrito adiante em maior detalhe.

O segundo protótipo permite uma maior percentagem do material total a ser coberto pela concha superior. Um plástico reciclado ou material básico semelhante pode então ser utilizado ao máximo para as nervuras e placa de base, sem dar atenção à sua cor e aparência, embora possa ser usado um material plástico virgem para a concha superior. Deste modo, a parte visível do marcador, i.e., a



concha superior, pode ainda ser controlada no que respeita à cor e aparência, enquanto se mantém um custo total baixo e um excelente aproveitamento para o que de outro modo seria material desperdiçado. A soldadura por vibração é preferivelmente usada porque pode reunir peças do tamanho a ser usado e a tolerar alterações na lisura e composição do material; e também, proporciona uma melhor adesão do que os adesivos.

Um grande número de amostras foram feitas sob a nossa direcção, usando esses novos moldes de protótipos. As amostras e alguns marcadores comercialmente disponíveis foram ensaiados para comprovar os resultados FEA. Algumas dessas amostras estão descritas nos Exemplos abaixo. As amostras que são descritas nos Exemplos são consideradas ilustrativas dos muitos que foram feitos, e não devem ser considerados como limitando de qualquer maneira o invento.

Uma vez que a construção de cada marcador foi diferente, a única maneira para se conseguirem resultados de ensaios comparativos era por meio de um dispositivo que normalizasse as dimensões dos marcadores. O método de ensaio D790 da ASTM descreve o ensaio de material para o módulo de flexão. Este método de ensaio é usado para medição do módulo de flexão do marcador com o Método I e Procedimento A. A ASTM D790 também especifica as dimensões da amostra, e a equação necessária para calcular o módulo de flexão. A distância entre apoios da amostra, na ASTM D790 e na secção 6.2.1, está especificada como sendo 16 vezes a espessura da amostra. As geometrias dos marcadores de pavimento salientes diferem desta razão dimensional. Portanto, a fim de obter um resultado de ensaio uniforme e comparável entre os diferentes marcadores salientes testados, a distância entre apoios do marcador foi fixa em 1,85 pol. (4,70 cm) para englobar todos os tipos de marcadores. A introdução desta distância entre apoios fixa também assegura que o efeito de corte no cálculo do módulo seja uniforme para todos os marcadores. Este módulo normalizado é referido como o módulo aparente de flexão, ou módulo aparente. O módulo aparente é um número expresso em libras por polegada quadrada (PSI) ou Pascal (Pa), o qual representa o módulo de flexão do marcador e que é específico para esse marcador. Os valores do módulo aparente permitem-nos classificar a capacidade para resistir à flexão causada pelo impacto de veículos.

De acordo com o método de ensaio ASTM D790, o ensaio do módulo de flexão foi executado numa máquina de ensaio de material MTS modelo 810 com



um par de extensômetros MTS modelo 632.17B-20 em interface com um computador. As amostras foram colocadas em dois suportes como descrito em ASTM D790 para um modo de curvatura de três pontos. As dimensões da espessura da amostra e comprimento eram a espessura do marcador e o comprimento do marcador, e a distância entre apoios era 1,85 pol. (4,70 cm), de modo a manter os mesmos efeitos de corte para todas as amostras de marcadores durante a medição. O par de extensômetros foi usado para medir a deflexão de cada marcador no fundo. As agulhas dos extensômetros foram apontadas ao longo da linha de centros, no fundo do marcador adjacente às áreas sob as faces inclinadas. Os extensômetros foram usados para tomar medições de deflexão de alta precisão. Medições de alta precisão da deflexão foram necessários porque alguns marcadores têm uma construção compósita de uma caixa em concha plástica e/ou corpo encerrando materiais cerâmicos ou fechado por uma placa de base que, quando posta em carga, se deformará mais no topo do que no lado do fundo. Os extensômetros de alta precisão foram usados para medir a deflexão na base, porque a flexão que causa os danos ao adesivo/estrada, adesivo/adesivo, e aos interfaces de base adesivo/marcador ocorre na base dos marcadores.

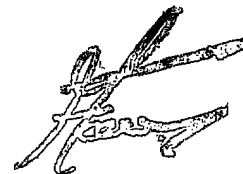
O MTS foi regulado para carregar no centro do topo do marcador até uma força máxima de 1.000 lbs e a razão de deflexão foi ajustada para 0,1 pol. (25 cm) por minuto. A razão de deflexão foi calculada pela equação dada na secção 9.1.3 do ASTM D790.

As forças medidas e deflexões foram traçadas em gráfico, e a inclinação foi calculada para se obter o módulo. As dimensões dos marcadores diferiam de marcador para marcador. Portanto, a única maneira de obter dados comparáveis foi fazer as normas pela espessura e comprimento do marcador. O módulo aparente foi determinado pela seguinte equação especificada no método de ensaio ASTM D790:

$$E = (\text{distância entre apoios})^3 \times \text{inclinação} / (4 \times \text{comprimento} \times \text{espessura}^3)$$

onde a distância entre apoios = 1,85 pol

inclinação =	mudança em carga/mudança na deflexão no fundo em relação aos suportes
comprimento =	comprimento do marcador
espessura =	espessura do marcador



O ensaio de laboratório demonstra que podemos facilmente usar um material plástico com módulo de flexão moderado a alto para a concha superior e um material tendo um módulo de Young de pelo menos aproximadamente 300.000 PSI ($20,7 \times 10^8$ Pascal), preferivelmente maior do que 400.000 PSI ($27,58 \times 10^8$ Pascal), e mais preferivelmente maior do que 500.000 PSI ($34,48 \times 10^8$ Pascal) para a placa de base, para construir o marcador a fim de se obter um marcador com alto módulo aparente. Os ensaios mostram adicionalmente que, para o marcador aderir bem usando um adesivo macio, como betume, deveria ter um mínimo módulo aparente de aproximadamente 80.000 PSI ($5,52 \times 10^8$ Pascal), porque alguns dos marcadores existentes com um bom comportamento de boa adesão à estrada têm um módulo aparente nesta região. Presentemente não se conhece um limite superior, para além do qual um aumento no módulo aparente pode não produzir muitos benefícios nos termos de uma maior eficiência de adesão. Conduzimos ensaios na plataforma de ensaios confidencial da 3M num dos Estados da "sun belt" a fim de confirmar isto. Os resultados dos ensaios deram validade consistente à nossa teoria de que as perdas seriam minimizadas nos casos em que o marcador fosse construído para ter um alto módulo aparente e aumento de perdas no marcador de módulo aparente baixo. Os dados obtidos no exterior também mostraram os benefícios de se ter uma combinação de uma base plana e de um alto módulo aparente para a capacidade do marcador resistir ao efeito do "cortador de bolachas".

Exemplo 1

O princípio da adesão do marcador à estrada envolve um alto módulo de flexão e um material plástico de marcador com grande resistência ao impacto que possa aguentar impactos de veículos. Numa primeira concretização do invento, um marcador 10 com essas propriedades é tornado viável utilizando materiais plásticos existentes e comercialmente disponíveis, os quais, por si próprios, poderiam não ter suficiente resistência à flexão para resistir à carga aplicada. Com referência às Figs. 1 e 7, isto é conseguido moldando uma concha superior 12 de alta resistência ao impacto e reforçando-a com uma placa de base inferior 14 tendo um módulo de Young de pelo menos aproximadamente 300.000 PSI ($20,7 \times 10^8$ Pascal), preferivelmente maior do que 400.000 PSI ($27,58 \times 10^8$ Pascal), e mais preferivelmente maior do que 500.000 PSI ($34,48 \times 10^8$ Pascal). A concha superior 12 é moldada por injeção a partir de um material policarbonato de módulo de flexão moderado a alto e alta resistência ao impacto, no caso do Exemplo 1, Lexan 141 (Lexan é o nome comercial para polímeros termoplásticos ligados a carbonato



produzidos ao fazer reagir bisfenol A e fosgênio; Lexan 141 está disponível na GE Plastics de Pittsfield, Mass.). Preferivelmente, a concha superior 12 tem uma espessura máxima de 0,080 pol. (0,203 cm).

A concha superior 12 inclui uma superfície periférica de fundo 12a, duas faces de extremidade inclinadas imagem de espelho 12b e 12c, duas faces laterais convexas curvas 12d e 12e, faces de extremidade adjacentes 12b e 12c, uma face superior 12f, e uma parede interior 12g. Como se mostra nas Figs. 1 e 7, as faces laterais 12d e 12e são curvas de modo convexo, ambas de extremo a extremo e do topo ao fundo.

As faces de extremidade 12b e 12c estão rebaixadas, e têm directores moldados de energia ultra-sónica 22, 24 e 26 que se projectam dali para cima. Estão formadas fendas semi-elípticas rebaixadas 30a e 30b, para os dedos poderem agarrar, nas faces laterais 12d e 12e e faces de extremidade adjacentes inclinadas 12b e 12c. As superfícies de fundo das fendas 30a e 30b estão aproximadamente a 0,25 pol. (0,64 cm) acima da superfície de fundo do marcador 10.

A placa de base inferior 14 tem uma parede (superior) plana interior 14a e uma parede (inferior) plana oposta 14b que engata no pavimento e é feita de um material laminado compósito FR-4 da Allied Signal, com 1/16 pol. (0,159 cm). A placa de base inferior 14 tem uma periferia com a mesma forma que a superfície periférica de fundo 12a da concha superior 12, e a parede interior 14a da placa de base 14 está fixa à superfície periférica de fundo 12a da concha superior 12 usando um adesivo. No caso do Exemplo 1, o adesivo é um adesivo de consolidação a quente Jet-Weld™ TE-031 de rápida disposição.

As nervuras circulares concêntricas 40 sobressaem da parede interior 12g da concha superior 12 e terminam num plano que se encontra no mesmo plano que a superfície periférica de fundo 12a. As nervuras radiais 42 também sobressaem da parede interior 12g e estão ligadas a nervuras circulares 40. As nervuras radiais 42 estão espaçadas aproximadamente 30° à volta do centro comum das nervuras circulares 40, e também terminam no mesmo plano que as nervuras circulares 40.

Dois elementos retro-reflectores como as lentes 50 e 52 são soldados de modo ultra-sónico à concha superior 12 através dos directores de energia 22, 24, e

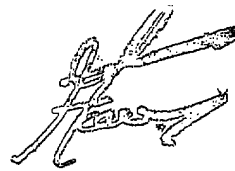


26 que se prolongam para cima desde as faces inclinadas 12b e 12c. O uso dos directores de energia para soldadura ultra-sónica das lentes retro-reflectoras está descrito na patente U.S. N.º. 4 875 798, a qual está aqui incorporada na sua totalidade apenas para referência. As lentes 50 e 52 e os directores de energia 22, 24 e 26 estão dimensionados de forma a que as superfícies superiores das lentes 50 e 52 estejam substancialmente niveladas com a superfície exterior circundante da concha superior 12.

Os directores de energia 22 estão na forma de septos que definem células entre si, e directores de energia 24, os quais têm a forma de pilares localizados dentro das células. Os directores de energia 24 podem ser cónicos, como mostra a Fig. 9, podem ter a forma de um cone sobreposto num cilindro, como indicado pelos números de referência 24' e 24'' mostrados nas Figs. 10 e 11, ou qualquer outra forma que proporcione um contacto pontual com as lentes 50 e 52. Pelo menos alguns directores de energia 22 estão dispostos em padrões triangulares. Se bem que os directores de energia 22 possam também ser dispostos em padrões rectangulares, trapezoidais, e outros padrões geométricos, o padrão triangular é estruturalmente o mais estável desses padrões geométricos.

Os directores de energia 24 proporcionam um suporte extra ao longo das células superiores. Este suporte extra é desejável porque os veículos tendem a impactar o marcador 10 a um terço da distância da área do topo. Com apenas os directores de energia 22, as lentes podem ainda quebrar-se com impactos repetidos. Acrescentando os directores de energia especiais 24 proporciona-se um suporte adicional. Uma vantagem adicional dos directores de energia 24 é que minimizam a perda de retro-reflexão. Em cada linha de soldadura, os cantos cúbicos da estrutura da lente retro-reflectora são destruídos. Directores de energia especiais 24 minimizam as linhas de soldadura enquanto proporcionam suficiente suporte para suportarem impactos de veículos.

O director de energia 26 é proporcionado dentro do perímetro das faces de extremidade 12b e 12c. O director de energia 26 tem uma altura ligeiramente maior do que as dos directores de energia 22 e 24, a fim de vedar hermeticamente o perímetro das lentes, para as proteger da humidade. Achou-se que o director de energia 26 do perímetro deveria ser elevado acima do topo dos outros directores de energia interiores 22 e 24 por uma quantidade aproximadamente igual à altura da lente do canto cúbico. As células definidas pelos directores de energia 22 contêm contaminação, no caso de parte de uma lente se quebrar.



O marcador 10 tem um perfil baixo e bordos curvos a fim de minimizar o impacto de veículos. Assim, e apenas como ilustração, um marcador de exemplo 10 tem uma altura de cerca de 0,625 pol. (1,59 cm), uma largura de lado a lado (através das faces laterais 12d e 12e) no seu ponto mais largo de cerca de 4,00 pol. (10,2 cm), e um comprimento de extremo a extremo (através das faces de extremidade 12b e 12c) de cerca de 3,5 pol. (8,9 cm). As faces de extremidade 12b e 12c estão inclinadas a um ângulo de cerca de 30° com a superfície de fundo 12a e nas suas junções com a superfície de fundo 12a estão curvadas com um raio de cerca de 0,031 pol. (0,079 cm). A face superior 12f é curvada com um raio de cerca de 6,45 pol. (16,383 cm). As faces laterais 12d e 12e estão curvadas de cima para baixo com um raio de cerca de 0,750 pol. (1,905 cm) e de lado a lado com um raio de cerca de 3,00 pol. (7,62 cm); terminam a cerca de 0,575 pol. (1,461 cm) acima da superfície de fundo 12a. As superfícies de fundo das fendas para os dedos agarrarem 30a e 30b estão inclinadas a um ângulo de cerca de 13° com a superfície de fundo 12a e terminam a cerca de 0,14 pol. (0,36 cm) acima da superfície de fundo 12b; os bordos superiores são curvos na sua junção com as faces laterais 12d e 12e com um raio de cerca de 0,06 pol. (0,15 cm).

Exemplo 2

O marcador do Exemplo 2 é como o marcador 10 do Exemplo 1 excepto se a placa de base é um laminado FR-4 (uma esteira de vidro impregnada com epoxi) e que tem cerca de 1/8 pol. (0,318 cm) de espessura.

Exemplo 3

O marcador 100 do Exemplo 3 (mostrado na Fig. 6) é como o marcador 10 do Exemplo 1 excepto em ter nervuras longitudinais 140 e nervuras transversais 142 que formam um padrão de grelha.

Exemplo 4

O marcador do Exemplo 4 é como o marcador do Exemplo 2 excepto que as nervuras são longitudinais e transversais, como no marcador do Exemplo 3.

Exemplo 5

O marcador 200 do Exemplo 5 (mostrado na Fig. 5) é como o marcador 10



do Exemplo 1, excepto que tem uma placa de base 214 moldada por injeção feita de 20% de material policarbonato Lexan 3412 cheio a vidro (o Lexan 3412 está disponível na GE Plastics), tendo ali a superfície periférica de fundo 212a da concha superior 212 um rebaixo 212a' para receber a placa de base 214, estando a placa de base 214 soldada por vibração à concha superior 212 na área rebaixada 212a, em vez de ser fixada por um adesivo de consolidação a quente.

Exemplo 6

O marcador 300 do Exemplo 6 (mostrado nas Figs. 2 e 3) é como o marcador 10 do Exemplo 1, excepto em que a concha superior 312 é oca, as nervuras concêntricas 340 e as nervuras radiais 342 se prolongam perpendicularmente a partir da parede interior 314a da placa de base 314, as nervuras 340 e 342 e placa de base 314 são soldadas por vibração à concha superior 312. Se bem que não seja construída para estes ensaios, a placa de base pode também ser configurada com nervuras que se prolongam transversalmente e longitudinalmente tal como se mostra na Fig. 4.

Exemplo 7

O marcador do Exemplo 7 é como o marcador 10 do Exemplo 1, excepto em que a placa de base é feita de Lexan 141 extrudido num tecido leve com fibra de vidro, e a placa de base é soldada por vibração à concha superior.

Exemplos 8 até 13

Os marcadores dos Exemplos 8-13 são como os marcadores dos Exemplos 1-6, excepto em as conchas superiores são moldadas de Lexan 3412.

Exemplo 14

O marcador do Exemplo 14 é como o marcador 10 do Exemplo 1 excepto em que a caixa é moldada em material de Lexan 3413 (o Lexan está disponível na GE Plastics).

Exemplo 15

O marcador do Exemplo 15 é como o marcador do Exemplo 2 excepto em



que a caixa é moldada de material Lexan 3413.

Exemplo 16

O marcador do Exemplo 16 é como o marcador 10 do Exemplo 1 excepto em que a caixa é moldada de material Durethan BKV 130 (uma poliamida reforçada a vidro, modificada para impacto com 30% vidro, a qual está comercialmente disponível na Bayer, Inc. [anteriormente Miles, Inc.] de Pittsburgh, Penn.).

Exemplo 17

O marcador do Exemplo 17 é como o marcador do Exemplo 2, excepto em que a caixa é moldada de material Durethan BKV 130.

Exemplo 18

O marcador do Exemplo 18 é como o marcador 100 do Exemplo 3 com excepção da caixa ser moldada em material Entec N1033E1 (um nylon que é 33% cheio a vidro, o qual está comercialmente disponível na Entec Polymer Inc.).

Exemplo 19

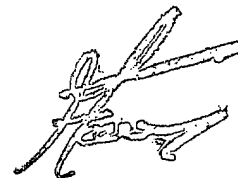
O marcador do Exemplo 19 é como o marcador 10 do Exemplo 1, excepto a caixa que é moldada em material Xenoy 6370 (o qual está comercialmente disponível na GE Plastics).

Exemplo 20

O marcador do Exemplo 20 é como o marcador 3M 280 comercialmente disponível, excepto em que é feito com uma placa de base em laminado FR-4 de 1/16 pol. (0,16 cm) colada à concha superior com 3M Jet-Weld™.

Exemplo 21

O marcador do Exemplo 21 é como o marcador comercialmente disponível modelo 911 da Stimsonite, o qual é um marcador do tipo concha que tem uma



concha superior moldada por injeção com enchedores cerâmicos que consistem em cordões de vidro e areia de epoxi.

Exemplo 22

O marcador do Exemplo 22 é o marcador comercialmente disponível da Pac Tech (marcador Apex modelo 918), o qual é do tipo de concha com uma concha superior moldada por injeção com enchedor cerâmico de areia epoxi.

Enchedor 23

O marcador do Exemplo 23 é o marcador Swareflex comercialmente disponível, o qual tem um corpo moldado por injeção, com paredes espessas com padrões de nervuras longitudinais e transversais.

Exemplo 24

O marcador do Exemplo 24 é o marcador comercialmente disponível RayOlite modelo 8704(S), o qual é um tipo de concha com composto de areia epoxi como um enchedor cerâmico.

Exemplo 25

O marcador do exemplo 25 é como o marcador do Exemplo 6, excepto pelo facto de ter uma placa de base 214 moldada por injeção com 0,055 pol. (1,4 mm) com uma esteira de vidro. O módulo aparente para este marcador não mostra nenhuma melhoria porque quando a amostra foi moldada, foram criados quatro furos de alfinete aproximadamente nos quatro cantos do marcador, e no centro da esteira foi criado um furo com 1 pol. (2,54 cm). Os quatro alfinetes foram usados para segurar a esteira no molde e o furo na esteira foi necessário para permitir ao material disparar para dentro da cavidade sem mover a esteira de vidro. Adicionalmente, a esteira de vidro não foi adequadamente impregnada no fundo da placa de base. É crível que os furos na placa de base e na esteira de vidro possam ter enfraquecido a estrutura para efeitos do ensaio do módulo de flexão. Contudo, a esteira de vidro ainda parece ajudar a reforçar a base do marcador, por a amostra ter atingido aproximadamente o mesmo módulo que a base não reforçada do marcador do Exemplo 6.

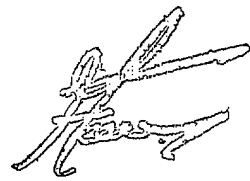


Os resultados das medições e cálculos do módulo aparente demonstram claramente que marcadores com alto módulo aparente moldados por injeção por consolidação a quente podem conseguir-se através do uso de uma placa de base de reforço com um alto módulo; adicionalmente, os mesmos demonstram que esses módulos aparentes estão na região dos marcadores comparáveis do tipo monolíticos, rígidos e frágeis, excepto em que esses marcadores com placa de base de alto módulo conseguem uma alta resistência ao impacto o que lhes permite suportar uma força de impacto que é em ordem de grandeza maior do que estes outros marcadores frágeis. As placas da base para mais de metade desses marcadores protótipos foram fixas usando um adesivo, o qual foi adequado para se obter um sentido da magnitude do módulo que se pode conseguir. Contudo, também investigamos o efeito do método de fixar a concha superior à placa de base. Por exemplo, os marcadores dos Exemplos 1-5, 8-11, e 14-19 foram montados usando adesivos de liquefacção a quente. Na prática, as placas de base são preferivelmente soldadas à caixa por vibração. A soldadura por vibração aumenta em ordem de grandeza a força de adesão.

Adicionalmente, também investigamos o efeito dos métodos de fixação que foram usados para colocar a base aos marcadores. O marcador do Exemplo 6 utiliza o processo de soldadura por vibração para fixar a placa de base à caixa do marcador. Se bem que a placa de base tivesse sido feita com somente material plástico de baixo módulo, o módulo aparente obtido foi muito maior do que, digamos, o do marcador do Exemplo 1 onde o material laminado FR-4 tem um muito maior módulo de flexão. Isto explicaria porque é que o aumento na espessura do laminado FR-4 mostra apenas um aumento mínimo no módulo aparente; é porque a transferência de carga não foi otimizada devido à delaminação no adesivo.

Vários tipos de lentes retro-reflectoras e métodos de fixação são considerados como sendo adequados para usar no marcador. Descrições detalhadas de lentes retro-reflectoras adequadas são proporcionadas pelas patentes U.S. Nos. 3 712 706, 4 875 798, e 4 895 428 conferidas a Nelson et al; a patente U.S. No. 3 924 929 conferida a Holmen, a patente U.S. No. 4 349 598 conferida a White, e a patente U.S. No. 4 726 706 conferida a Attar, todas aqui citadas apenas para referência.

Numa primeira concretização, o sistema de lentes é feito colocando uma folha de policarbonato transparente (comercialmente disponível a partir da GE



Plastics de Pittsfield, Mass.) numa ferragem de cubo de canto, com aplicação de calor e pressão, e depois deixando a folha arrefecer, formando assim um laminado de micro-cubo de canto. Este laminado é cortado por meio de molde em elementos de lentes, que podem então ser usados de uma de duas maneiras. Da primeira maneira, o elemento de lente é soldado de modo ultra-sónico a fendas na caixa. Essas fendas contêm directores de energia moldados em padrões geralmente triangulares seleccionados para optimizar a integridade estrutural da lente contra o impacto de veículos e a retro-reflexão da lente. Da segunda maneira, um revestimento de vapor de alumínio é depositado no elemento de lente. O elemento de lente é então feito aderir às faces de extremidade da concha superior, usando, por exemplo, um adesivo sensível à pressão. Quando o elemento da lente está guarnecido com um revestimento de vapor de alumínio, as faces das extremidades da concha superior não estão guarnecidas com directores de energia.

A primeira maneira proporciona um marcador com uma lente mais brilhante, perdendo a lente de acordo com a segunda caracterização cerca de 40% do seu brilho devido ao revestimento de vapor de alumínio. Se bem que a lente da primeira concretização perderá algum do seu brilho, perderá muito menos do que a da segunda concretização. Adicionalmente, tem regiões circunscritas permanentemente vedadas contra a humidade, as quais são definidas pelo padrão do director de energia.

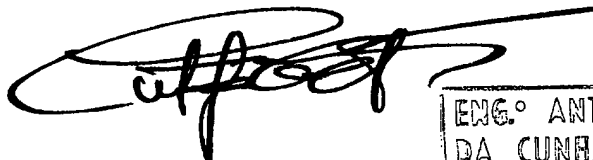
Numa terceira concretização, a lente pode ser feita usando um processo de moldagem por injeção. A ferragem de micro-cubo de canto é cortado na forma de um elemento de lente, com o padrão do director de energia formado em cada lente individual. Portanto, quando cada lente é moldada, ela contém o feitio adequado sem necessidade de cortar com molde, e também inclui directores de energia incorporados. O sistema de lentes de acordo com a terceira concretização também elimina a necessidade de um padrão de director de energia formado nas faces de extremidade da concha superior; as faces de extremidade da concha superior são assim guarnecidas com faces planas. Os directores de energia ultra-sónica formados nas lentes proporcionam um benefício, em que o brilho das lentes pode ser projectado de acordo com o número de cubos que estarão disponíveis. No caso onde os directores de energia são formados nas faces de extremidade, não há maneira de prever o número de cubos que serão destruídos no processo de soldadura ultra-sónica. Formando a lente por moldagem por injeção com directores de energia integrais controla-se a destruição dos cubos durante a soldadura, porque a quantidade de perda de cubos é determinada durante a

concepção das lentes. As lentes com directores de energia integrais podem ser soldadas de modo ultra-sónico às faces de extremidade da concha superior da mesma maneira que as lentes sem directores de energia integrais, colocando a lente na face da extremidade aberta.

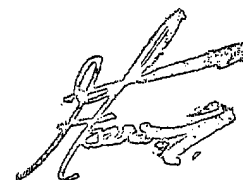
São possíveis modificações e variações das concretizações acima descritas do presente invento, como será entendido pelos peritos na arte à luz dos ensinamentos acima mencionados. Por exemplo, o padrão de grelha para as nervuras pode ser variado mudando o raio na intersecção das nervuras longitudinais e transversais e na junção das nervuras com a parede interna da concha superior. Ensaio comparativos de protótipos com maiores raios (aproximadamente 0,062 pol. (0,157 mm) e protótipos com menores raios (aproximadamente 0,031 pol. (0,079 cm) indicam que um padrão de nervuras com maior raio resiste melhor ao esforço de fadiga. Contudo, ensaios comparativos com o padrão de nervuras compreendendo nervuras concêntricas e radiais indicam que o padrão concêntrico/radial é mais forte do que ambos os padrões de grelha.

Lisboa, 30. MAR. 2000

Por MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY
- O AGENTE OFICIAL -



ENG.º ANTÓNIO JOÃO DA CUNHA FERREIRA Ag. Of. Pr. Ind. Rua das Flores, 74 - 4.º 1200 LISBOA
--



REIVINDICAÇÕES

1. Marcador saliente de pavimento (10) que compreende:
 - (a) uma concha superior convexa geralmente oca (12), que tem primeira e segunda faces de extremidade inclinadas opostas (12b, 12c), primeira e segunda faces laterais opostas (12d, 12e), uma face superior (12f) e uma parede periférica de fundo (12a) e uma parede interior (12g), sendo a dita concha (12) feita de plástico e tendo uma alta resistência ao impacto;
 - (b) uma placa de base inferior (14) que tem uma parede interior (14a) e uma parede exterior plana de engate de pavimento (146), sendo a placa de base inferior (14) feita de um material que tem um módulo de Young de pelo menos aproximadamente 300.000 PSI ($20,7 \times 10^8$ Pa);
 - (c) diversas nervuras (40, 42) que se prolongam entre a placa de base (14) e a concha (12), estando as nervuras (40, 42) orientadas de modo substancialmente perpendicular à parede interior (14a) da dita placa de base (14), sendo as nervuras (40,42) formadas em unidade com uma das paredes interiores (12g);
 - (d) a dita placa de base (14) unida à parede periférica de fundo (12a) da concha (12) ao longo da periferia de cada uma, para formar o marcador de pavimento (10) que tem uma caixa que compreende um interior, tendo o marcador de pavimento (10) um módulo aparente maior do que 80.000 PSI ($5,52 \times 10^8$ Pa); e
 - (e) uma lente retro-reflectora (50, 52) localizada em pelo menos uma das ditas primeira e segunda faces de extremidade opostas (12b, 12c).
2. Marcador de pavimento (10) da reivindicação 1, onde as ditas primeira e segunda faces de extremidade (12b, 12c) estão inclinadas segundo um ângulo de aproximadamente 30° em relação à placa de base (14).
3. Marcador de pavimento (10) da reivindicação 1 ou 2, que compreendem adicionalmente primeira e segunda faces laterais (12d, 12e) que são convexas do topo ao fundo e de extremidade a extremidade.
4. Marcador de pavimento (10) de qualquer das reivindicações precedentes, que compreende adicionalmente primeira e segunda faces laterais



(12d, 12e) que têm formadas nas mesmas fendas rebaixadas opostas (30a, 30b) para os dedos agarrarem.

5. Marcador de pavimento (10) de qualquer das reivindicações precedentes, no qual a dita concha (12) tem uma espessura máxima de aproximadamente 2,03 mm (0,080 pol.).

6. Marcador de pavimento (200) de qualquer das reivindicações precedentes, no qual a dita parede de fundo periférica (212a) da dita concha (212) define um rebaixo (212a') no qual se situa a placa de base (214).

7. Marcador de pavimento (10) de qualquer das reivindicações precedentes, no qual as ditas nervuras (40, 42) são unitárias com a dita concha (12).

8. Marcador de pavimento (300) de qualquer das reivindicações precedentes, na qual as ditas nervuras (340, 342) são formadas em unidade com a dita parede interior (314a) da dita placa de base (314).

9. Marcador de pavimento (100) da reivindicação 7 ou 8, no qual as ditas nervuras (140, 142) estão dispostas numa grelha.

10. Marcador de pavimento (10) de qualquer das reivindicações precedentes, no qual as ditas nervuras (40, 42) compreendem um primeiro grupo (40) no qual são circulares e concêntricas, e um segundo grupo (42) que se prolonga radialmente em relação ao dito primeiro grupo (40).

11. Marcador de pavimento (10) de qualquer das reivindicações precedentes, no qual a dita placa de base (14) tem uma esteira de vidro moldada no mesmo.

12. Marcador de pavimento (10) de qualquer das reivindicações precedentes, no qual pelo menos uma das ditas faces de extremidade (12b, 12c) tem diversos directores de energia (22, 24, 26) moldados no mesmo e prolongando-se para cima a partir do mesmo, e onde a lente (50, 52) está soldada ao mesmo.

13. Marcador de pavimento (10) de qualquer das reivindicações

precedentes, tendo pelo menos uma das ditas faces (12b, 12c) das extremidades primeira e segunda diversidades de directores de energia (22, 24) moldados nas mesmas e prolongando-se para cima a partir das mesmas, e estando as lentes ali soldadas, tendo a referida primeira diversidade de directores de energia (22) a forma de septos que definem uma diversidade de células e tendo a segunda referida diversidade de directores de energia (24) a forma de pilares individuais localizados em pelo menos algumas das ditas células.

14. Marcador de pavimento (10) da reivindicação 13, no qual pelo menos uma porção dos ditos pilares é de forma cónica.

15. Marcador de pavimento (10) da reivindicação 13 ou 14, compreendendo adicionalmente um director de energia periférico (26) instalado dentro do perímetro da dita pelo menos uma face de extremidade (12b, 12c), tendo o dito director de energia periférico (26) uma altura maior do que a da dita primeira (22) e da segunda (24) diversidades dos directores de energia.

16. Marcador de pavimento (10) de qualquer das reivindicações precedentes, no qual as ditas lentes (50,52) são lentes retro-reflectoras do cubo do canto, e onde o dito director periférico de energia (26) está elevado acima dos topos da dita primeira e segunda diversidades de directores de energia (22, 24) por uma quantidade aproximadamente igual a altura da lente do cubo do canto.

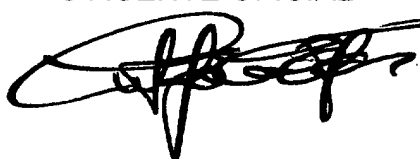
17. Marcador de pavimento (10) de qualquer das reivindicações precedentes, nas quais o dito marcador de pavimento tem um módulo aparente de aproximadamente 100.000 PSI ($6,90 \times 10^8$ Pascal).

18. Marcador de pavimento (10) da reivindicação 17, no qual a dita placa de base (14) compreende plástico.

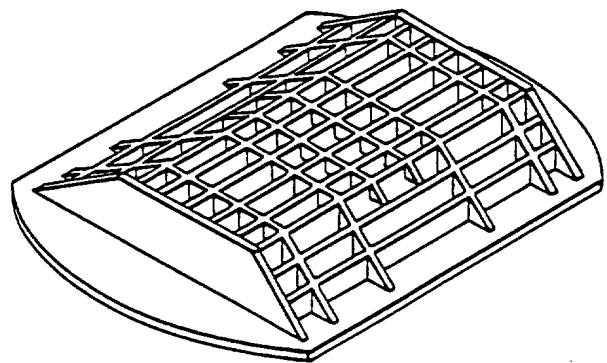
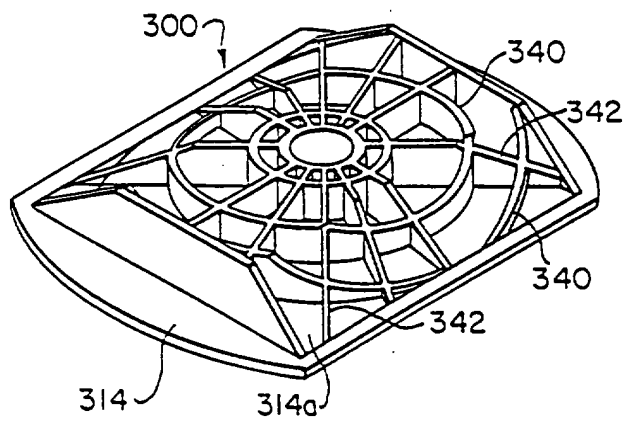
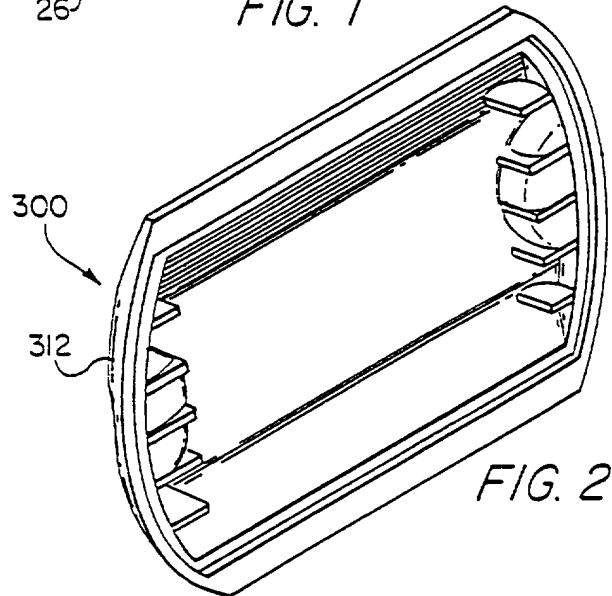
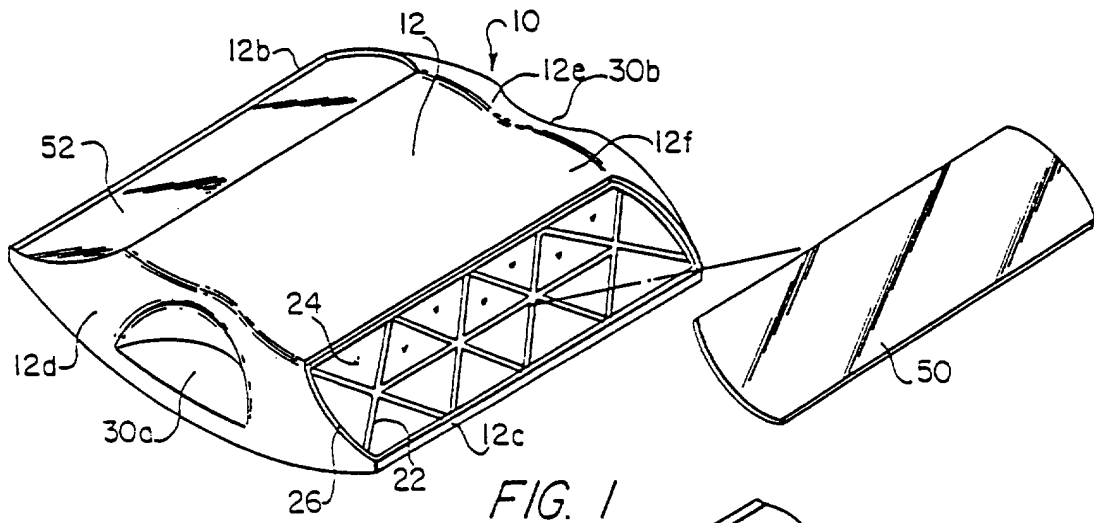
Lisboa, 30. MAR. 2000

Por MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY

- O AGENTE OFICIAL -



ENG.º ANTÓNIO JOÃO DA CUNHA FERREIRA Ag. Of. Pr. Ind. Rua das Flores, 74 - 4.º 1200 LISBOA
--



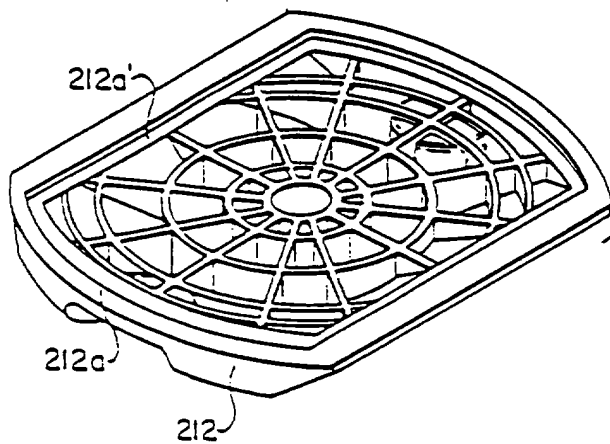
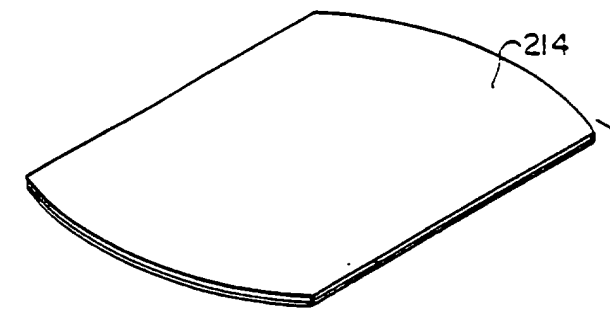


FIG. 5



FIG. 9

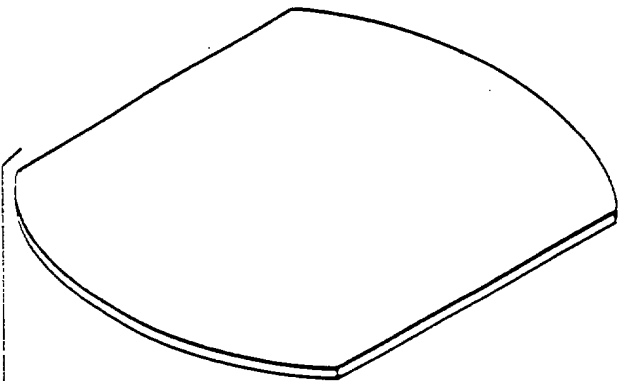


FIG. 10



FIG. 11

2200



100

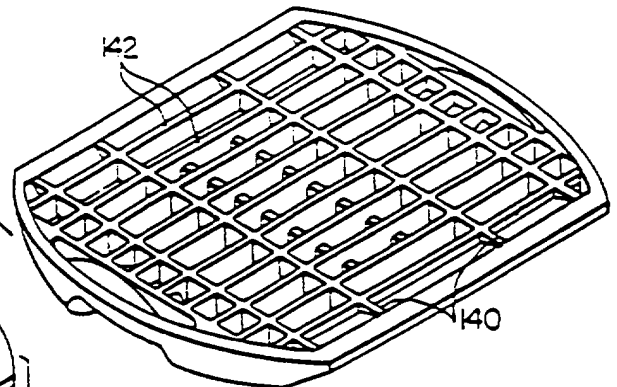


FIG. 6

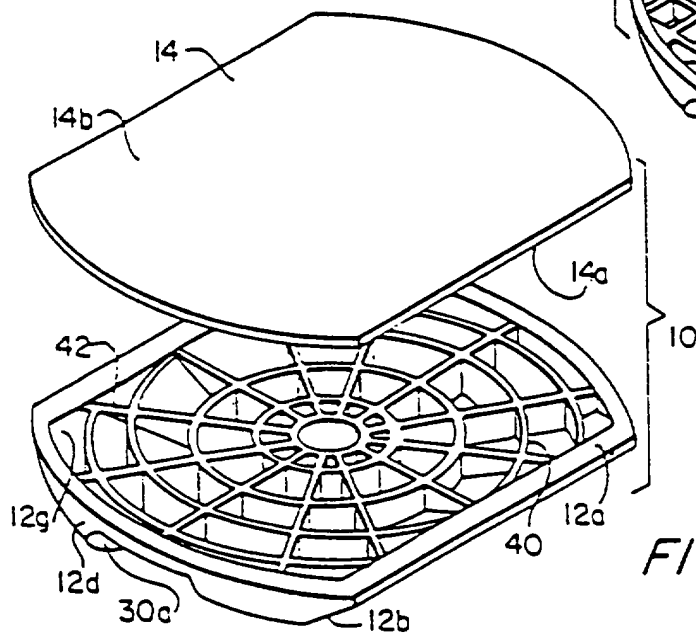


FIG. 7

