



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) BR 112014005430-4 B1**



**(22) Data do Depósito: 07/09/2012**

**(45) Data de Concessão: 03/11/2020**

**(54) Título:** SISTEMA DE RASTREAMENTO E SISTEMA PARA MONITORAR A VELOCIDADE DE UM OU MAIS ALVOS

**(51) Int.Cl.:** G08G 1/04; G08G 1/052.

**(30) Prioridade Unionista:** 08/09/2011 US 13/228,250.

**(73) Titular(es):** LASER TECHNOLOGY, INC.; KAMA-TECH (HK) LIMITED.

**(72) Inventor(es):** JIYOON CHUNG.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2012054234 de 07/09/2012

**(87) Publicação PCT:** WO 2013/036815 de 14/03/2013

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 07/03/2014

**(57) Resumo:** SISTEMA DE RASTREAMENTO E SISTEMA PARA MONITORAR A VELOCIDADE DE UM OU MAIS ALVOS. A invenção refere-se a um sistema e método de rastreamento de laser inteligente para monitoramento de tráfego de posição móvel e fixa e aplicações de imposição. O sistema aqui descrito pode autonomamente rastrear múltiplos veículos alvo com um sistema de medição de velocidade baseado em laser altamente preciso ou, sob controle manual através de uma tela de toque, selecionar um veículo alvo específico de interesse. Em uma aplicação móvel a velocidade de veículo de polícia é determinada através da porta OBD II CAN e atualizada para precisão através de um subsistema de GPS a bordo. O sistema e método da presente invenção simultaneamente provê imagens tanto estreitas quanto largas de um veículo alvo para propósitos evidenciários melhorados. Um novo mecanismo de panoramização/inclinação de baixa inércia provê um rastreamento de veículo alvo extremamente rápido e preciso e pode compensar por erros geométricos e o efeito de co-seno.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para  
**"SISTEMA DE RASTREAMENTO E SISTEMA PARA MONITORAR A VELOCIDADE DE UM OU MAIS ALVOS".**

**PEDIDO RELATIVO**

[001] O presente pedido refere-se a e reivindica o benefício de prioridade para o Pedido de Patente dos Estados Unidos Número 13/228.250 depositado em 08 de Setembro de 2011, o qual está por meio disto incorporado por referência na sua totalidade para todos os propósitos como se fosse totalmente aqui apresentado.

**NOTA / PERMISSÃO DE DIREITOS AUTORAIS**

[002] Uma porção da descrição deste documento de patente contém um material o qual está sujeito à proteção de direitos autorais. O proprietário de direitos autorais não tem nenhuma objeção à reprodução em facsímile por ninguém do documento de patente ou da descrição de patente como esta aparece nos arquivos ou registros de patentes de United States Patent and Trademark Office, mas de outro modo, reserva todos os direitos de direitos autorais quaisquer que sejam. A nota seguinte aplica-se ao pseudocódigo aqui descrito, inclusive das figuras de desenho onde aplicável: Copyright © 2011, Laser Technology, Inc.

**ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

[003] A presente invenção refere-se, em geral ao campo de monitoramento de tráfego e sistemas de imposição. Mais especificamente, a presente invenção refere-se a um sistema e método de rastreamento de laser inteligente para monitoramento de tráfego de posição móvel e fixa e aplicações de imposição.

[004] A polícia tem utilizado dispositivo de medição de velocidade de radar e laser para determinar a velocidade de veículos em operações de imposição de tráfego por muitos anos agora. Com relação aos dispositivos baseados em radar, estes geralmente

funcionam de modo que um sinal de microondas é emitido na direção de um veículo móvel e uma reflexão do alvo retornada para o dispositivo o qual então utiliza o deslocamento de Doppler no sinal de retorno para determinar a velocidade do veículo. Os dispositivos baseados em radar têm uma vantagem sobre as pistolas de velocidade baseadas em laser pelo fato de que estes emitem um cone de energia de sinal muito amplo e não portanto, requerem uma mira precisa no veículo alvo. Como tal, estes são bem adequados para aplicações fixas e móveis enquanto requerendo pouca, se alguma, operação manual para mirar o dispositivo.

[005] Por outro lado, as pistolas de velocidade baseadas em laser empregam a emissão de uma série de curtos pulsos que compreendem um feixe muito estreito de energia de laser monocromático e então medem o tempo de voo dos pulsos do dispositivo para o veículo alvo e de volta. Estes pulsos de laser se deslocam na velocidade da luz a qual é da ordem de aproximadamente 30 cm/ns (984.000,00 pés/s). Os dispositivos baseados em laser então determinam muito precisamente o tempo de quando um pulso específico foi emitido até que a reflexão daquele pulso seja retornada do veículo alvo e divide-o por dois para determinar a distância do veículo. Emitindo uma série de pulsos e determinando a mudança em distância entre as amostras, a velocidade do veículo pode ser determinada muito rapidamente e com grande precisão.

[006] Devido à largura de feixe estreita de pistolas de velocidade baseadas em laser, estas têm até agora sendo predominantemente relegadas para unidades portáteis as quais devem ser manualmente miradas para um veículo alvo específico. Este sendo o caso, estas não foram capazes de serem empregadas em aplicações autônomas em que um operador não está manualmente mirando o dispositivo. Ainda,

em aplicações móveis em que o oficial pode estar dirigindo um veículo ele próprio, ele é então incapaz de desviar a sua atenção daquela função de modo a rastrear e mirar um dispositivo de medição de velocidade baseado em laser a um motorista em excesso de velocidade suspeito sem dizer rastrear múltiplos alvos.

[007] Em utilizações fixas e semifixas de dispositivos de detecção de velocidade baseados em laser, tal como aplicações montadas de sobrepassagem, é importante que os pulsos de laser sejam direcionados para um único ponto sobre um veículo alvo que se aproxima na medida em que os ângulos de superfície frontais podem variar entre, por exemplo, aquele da grade ( $\theta_1$ ) e o parabrisa ( $\theta_2$ ). Onde a distância para o veículo alvo é medida pelo dispositivo baseado em laser é uma distância  $M$  a um ângulo  $\varphi$  e a distância verdadeira para o alvo é  $D$ ,  $D$  é então igual a  $M * (\text{COS}\varphi + \text{SEN}\varphi/\text{TG}(\theta_1 \text{ ou } \theta_2))$ .

[008] Assim a distância  $D$  verdadeira pode variar, e com isto a velocidade calculada do veículo alvo. Normalmente o ângulo  $\varphi$  é menor do que  $10^\circ$  e  $\text{COS}\varphi$  é então quase 1. Isto pode reduzir a velocidade calculada do veículo alvo, em efeito dando uma vantagem de velocidade detectada de 1% a 2% para o veículo alvo como abaixo indicado com relação ao "efeito cosseno". No entanto, o efeito cosseno pode ser minimizado se uma trajetória de rastreamento precisa for mantida. Por outro lado, deve ser notado que o valor de  $\text{SEN}\varphi/\text{TG}(\theta_1 \text{ ou } \theta_2)$  pode ser maior do que uma margem de erro normalmente aceitável (por exemplo, 0,025 (2,5%)) e um erro ainda maior pode ser encontrado se os pulsos de laser não forem consistentemente mirados em um único ponto sobre o veículo alvo. Como aqui utilizada, a porção  $\text{SEN}\varphi/\text{TG}(\theta_1 \text{ ou } \theta_2)$  da equação é referida como um erro geométrico.

[009] Tanto os dispositivos de medição de velocidade baseados em radar quanto laser podem ser utilizados para medir a velocidade de

veículos que se aproximam ou afastam de plataformas tanto fixas quanto móveis. Se o veículo alvo estiver se deslocando diretamente (isto é, em um curso de colisão) na direção do dispositivo, a velocidade relativa detectada é a velocidade real do alvo. No entanto, como é mais frequentemente o caso, se o veículo não estiver se deslocando diretamente na direção (ou afastando) do dispositivo mas a um ângulo ( $\alpha$ ), a velocidade relativa do alvo com relação àquela determinada pelo dispositivo será ligeiramente mais baixa do que a sua velocidade real. Este fenômeno é conhecido como o anteriormente mencionado efeito cosseno porque a velocidade medida está diretamente relacionada com o cosseno do ângulo entre o dispositivo de detecção de velocidade e a direção de deslocamento de veículo. Quanto maior o ângulo, maior o erro de velocidade e menor a velocidade medida. Por outro lado, quanto mais próximo ângulo ( $\alpha$ ) for de  $0^\circ$ , mais próxima a velocidade medida é da velocidade de veículo alvo real.

### **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

[0010] A presente invenção vantajosamente provê um sistema e método de rastreamento de laser inteligente para aplicações de monitoramento e imposição de tráfego de posição móvel ou fixa. O sistema aqui descrito pode autonomamente rastrear múltiplos veículos alvo com um sistema de medição de velocidade baseado em laser altamente preciso ou, sob controle manual através de uma tela de toque, selecionar um veículo alvo específico de interesse.

[0011] O sistema da presente invenção provê um rastreamento extremamente preciso de veículos alvos utilizando um mecanismo de panoramização / inclinação extremamente rápido o qual é estabilizado através da utilização de um giroscópio e inclinômetro a bordo. O mecanismo de panoramização / inclinação utiliza respectivos motores CC sem escovas (BLDC) de panoramização e inclinação os quais

proveem alto torque e eficiência. Os motores relativamente pesados estão montados na placa de base de mecanismo de panoramização / inclinação para minimizar a inércia e diminuir a massa das placas de panoramização e inclinação móveis nas quais o localizador de laser do subsistema de medição de velocidade de laser de alto desempenho e o subsistema de sensor visual estão afixados.

[0012] Em uma implementação móvel da presente invenção, o veículo de polícia no qual o sistema está montado tem a sua própria velocidade carregada no sistema através da porta de rede de área de controlador (CAN) de diagnóstico a bordo (OBD II) do veículo. Uma precisão aumentada destas informações é assegurada através da atualização da velocidade do veículo de polícia através de uma aplicação apropriada de um subsistema de sistema de posicionamento global (GPS) para corrigir os dados de velocidade para desgaste e pressão de pneu. Convenientemente, o sistema da presente invenção pode estar montado dentro de um envoltório de barra de luz de veículo de polícia padrão ou em outras localizações para prover uma visão tanto dianteira quanto traseira de tráfego.

[0013] O sistema de rastreamento de laser inteligente da presente invenção também assegura que o laser está consistentemente mirado em um único ponto específico sobre o veículo alvo para prevenir erros geométricos. Mais ainda, o sistema e método da presente invenção pode precisamente compensar o efeito cosseno quando o veículo alvo está movendo a um ângulo com relação ao sistema.

[0014] Além de modalidades móveis da presente invenção para utilização em um veículo de polícia, o sistema da presente invenção pode também ser montado sobre um tripé ou outro dispositivo em uma localização fixa ou estacionária adjacente a uma ou mais pistas de tráfego de veículo enquanto ainda provendo uma mira precisa de múltiplas velocidades, distâncias e ângulos de veículo alvo.

[0015] Os sensores de imagem da presente invenção proveem vistas tanto amplas quanto estreitas de veículos alvo simultaneamente assim como provendo cliques de movimento para propósitos de evidência e comprovação de velocidade de veículo. Em uma modalidade representativa aqui descrita, as imagens de visão estreita e de visão ampla podem ser obtidas utilizando sensores duplos, lentes e um multiplexador associado. Um sistema de câmera multiplexada dupla é capaz de conseguir uma rápida transição entre as visões tanto estreita quanto larga. Opcionalmente, se um sistema de lente única for implementado, o controle de lente da câmera de sistema pode ser provido para as funções de zoom, íris e foco. Um monitoramento remoto do sistema é possível através de uma interface de entrada / saída (I/O) tal como Ethernet, WiFi, interfaces seriais tais como RS232/485, barramento serial universal (USB) e similares. Os sensores de imagem empregados no sistema podem ser remoto ou totalmente integrados e uma funcionalidade de monitoramento remoto está também provida.

[0016] Além das utilizações acima mencionadas do sistema da presente invenção para monitoramento de velocidade de veículo alvo, o sistema pode também ser utilizado para aumentar a segurança de oficiais de polícia de lado de estrada em tais aplicações como zona de construção e escaneamento de área para evitamento de colisão e similares. Mais ainda, o sistema da presente invenção pode também ser empregado como um scanner tridimensional (3D) de baixo custo para cálculo de volume de empilhamento, posicionamento de pista de embarque para aviões, reconstrução de acidentes e outras aplicações.

[0017] Especificamente aqui descrito está um sistema de rastreamento, que compreende um processador, um subsistema de sensor visual acoplado ao processador e um subsistema de medição de velocidade de laser também acoplado no processador. Um

subsistema de panoramização / inclinação está acoplado no processador e suportando móvel o sensor visual e subsistemas de medição de velocidade de laser.

[0018] Também especificamente aqui descrito está um sistema para monitorar a velocidade de um ou mais veículos alvo, que compreende um processador, um subsistema de medição de velocidade de laser acoplado no processador e um subsistema de sensor visual acoplado no processador. Um subsistema de panoramização / inclinação está também acoplado no processador e está operativo para autonomamente rastrear um ou mais veículos alvo com base na entrada do subsistema de sensor visual. O sistema determina a velocidade dos um ou mais veículos alvo com base na entrada do subsistema de medição de velocidade de laser.

### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

[0019] As acima mencionadas e outras características e objetos da presente invenção e o modo de obtê-las ficarão mais aparentes e a própria invenção será melhor compreendida por referência à descrição seguinte de uma modalidade preferida tomada em conjunto com os desenhos acompanhantes, em que:

Figura 1 é um diagrama de blocos funcional de alto nível de uma modalidade representativa do sistema e método de rastreamento de laser inteligente para aplicações de monitoramento e imposição de tráfego móvel da presente invenção;

Figuras 2A e 2B são fluxogramas lógicos representativos para uma possível implementação de acordo com o sistema e método da figura precedente;

Figura 3A é uma vista em perspectiva frontal de uma modalidade do sistema de rastreamento de laser inteligente da presente invenção que ilustra o seu subsistema de sensor visual, o subsistema de medição de velocidade de laser e o subsistema



panoramização / inclinação inteligente;

Figura 3B é uma vista em elevação frontal parcialmente em corte da modalidade da figura precedente que ilustra a placa de inclinação e a placa de panoramização sobre as quais o subsistema de sensor visual e o subsistema de medição de velocidade de laser estão controlavelmente montados incluindo os detalhes do mecanismo de inclinação do subsistema panoramização / inclinação inteligente;

Figura 3C é uma vista em perspectiva traseira da modalidade das figuras precedentes que inclui detalhes do mecanismo de inclinação do subsistema panoramização / inclinação inteligente;

Figura 4 é uma vista parcialmente em corte de uma barra de luz de veículo de polícia que inclui a modalidade do sistema de rastreamento de laser inteligente da presente invenção ilustrado nas Figuras 3A a 3C montado na mesma para permitir visões tanto dianteira quanto traseira de tráfego veicular em um veículo de polícia móvel ou estacionário;

Figuras 5A e 5B são respectivamente vistas em perspectiva traseira e perspectiva de topo de outra modalidade do sistema de rastreamento de laser inteligente da presente invenção para possíveis aplicações de monitoramento de tráfego montadas em tripé estacionário;

Figura 6 ilustra a possível função de monitoramento de tráfego de uma modalidade móvel do sistema de rastreamento de laser inteligente da presente invenção quando montado em um veículo de polícia no qual a velocidade de múltiplos veículos alvo pode ser autonomamente rastreada sem entrada de operador ou manualmente cancelada para selecionar um certo veículo como um alvo;

Figura 7 ilustra a possível função de monitoramento de tráfego de uma modalidade estacionária do sistema de rastreamento de laser inteligente da presente invenção como este pode ser montado

sobre um tripé para automaticamente rastrear e prover a velocidade de múltiplos veículos alvo através de múltiplas pistas de tráfego;

Figuras 8A e 8B são vistas amplas e vistas estreitas representativas respectivamente das imagens de um ou mais veículos alvo que são obteníveis através da utilização dos sensores de imagem duplos ajustadamente integrados que formam uma porção do subsistema de sensor visual em uma modalidade representativa do sistema de rastreamento de laser inteligente da presente invenção;

Figura 9A é uma vista em perspectiva de topo de uma porção de uma modalidade alternativa do sistema da presente invenção que ilustra o subsistema de medição de velocidade de laser e câmeras de visão ampla e visão estreita separadas; e

Figuras 9B e 9C são respectivas vistas dianteira e traseira das câmeras de visão ampla e visão estreita separadas da figura precedente que mostra as lentes e sensores associados, respectivamente.

### **DESCRIÇÃO DE UMA MODALIDADE REPRESENTATIVA**

[0020] Com referência agora à Figura 1, um diagrama de blocos funcional de alto nível de uma modalidade representativa do sistema e método de rastreamento de laser inteligente para aplicações de monitoramento e imposição de tráfego móvel da presente invenção está mostrado. O sistema 100 compreende uma unidade de processamento central (CPU), um microcontrolador (MCU) ou microprocessador (MPU) 102 o qual, em uma modalidade representativa, pode compreender um da série de 600 MHz OMAP 34xx, 35xx ou 36xx de processadores de aplicação de alto desempenho disponíveis da Texas Instruments, Inc.

[0021] Um subsistema de sensor visual 104 está bidirecionalmente acoplado no MPU 102 por um ou mais barramentos de imagem como ilustrado no qual um subsistema de panoramização / inclinação

inteligente 106 está também bidirecionalmente acoplado. O subsistema de sensor visual 104 pode ser feito fisicamente destacável do restante da unidade se desejado. um subsistema de medição de velocidade de laser de alto desempenho 108 está também bidirecionalmente acoplado no MPU 102 para prover dados de medição de distância e velocidade entre o sistema 100 e um veículo alvo 128.

[0022] Uma interface de rede de área de controlador (CAN) / diagnóstico a bordo II (OBD II) 110 para uma porta de diagnóstico de veículo (por exemplo, em um veículo de polícia 130) está também acoplada no MPU 102 assim como uma tela de toque 112 para visualização e entrada de operador. A tela de toque 12 pode também ser feita destacável do restante da unidade se desejado. Um subsistema de sistema de posicionamento global (GPS) 116 também provê entrada para o MPU 102 enquanto uma interface de entrada / saída (I/O) 118, tal como uma porta de Ethernet, WiFi, porta serial (por exemplo, RS232/485), barramento serial universal (USB) ou outra interface acopla os dispositivos externos no sistema 100 através do MPU 102.

[0023] Um armazenamento de backup para o sistema 100 pode estar provido por meio de um dispositivo de armazenamento 120 tal como um cartão SD ou dispositivos de armazenamento não voláteis similares se removível ou de outro modo. O sistema 100 é alimentado através de um submódulo de energia 122 o qual pode compreender o sistema elétrico do veículo em operação em uma modalidade móvel da presente invenção, uma fonte de alimentação externa (por exemplo, uma bateria de automóvel ou gerador) 124 e/ou um sistema de backup para impedir perda de dados tal como uma bateria de íons de lítio (Li-Ion) de 7,2 volts 126.

[0024] O subsistema de sensor visual 104 compreende, em uma

modalidade representativa da presente invenção um sensor de imagem de 5,0 megapixel que funciona como uma câmera de visão larga 140 e outro sensor de imagem de 5,0 megapixel que funciona como uma câmera de visão estreita 142. Estes dois sensores estão acoplados na entrada de uma interface e multiplexador de sinalização diferencial de baixa voltagem (LVDS) 144 que funciona como um serializador de dados, o qual, por sua vez, está acoplado sobre uma conexão de dois fios a um desserializador de interface LVDS 148 para os sensores de visão larga e visão estreita 140,142 que funcionam como dispositivos de câmera remotos. De modo a comutar entre visões estreita para larga (ou larga para estreita) o bloco de câmeras remotas (140 e 142) teria um multiplexador associado para selecionar uma entrada de câmera de cada vez. Uma câmera a bordo 146 está também acoplada no MPU 102 a qual, em uma modalidade representativa pode compreender um sensor de imagem de óxido metálico complementar (CMOS) de 5,0 megapixel.

[0025] O subsistema de panoramização / inclinação inteligente 106 compreende, em partes pertinentes um barramento bidirecional 150 ao qual um par de sensores de posição 152 e 154 está acoplados além de um giroscópio 160 e um inclinômetro 162. Deve ser notado que, como aqui utilizado, a função do inclinômetro 162 pode também ser executada, por exemplo, por um acelerômetro. Os sensores de posição 152 e 154 are estão respectivamente associados com o motor de panoramização 156 e o motor de inclinação 158 do subsistema de panoramização / inclinação inteligente 106. A operação e os elementos funcionais do subsistema de panoramização / inclinação inteligente 106 serão mais completamente descritos daqui em diante.

[0026] Com referência adicionalmente agora às Figuras 2A e 2B, um diagrama de fluxo lógico representativo para uma possível implementação de acordo com o sistema da figura precedente está

mostrado na forma de um processo 200.

[0027] O processo 200 começa com uma etapa de autoteste 202 para todos os componentes de sistema 100 seguido pelo ajuste da posição de origem do subsistema de panoramização / inclinação inteligente 106 e a etapa 204.

[0028] Neste ponto a distância entre o sistema 100 (por exemplo, como montado em um veículo de polícia 130) e um veículo alvo 128 é determinada na etapa 206 pelo subsistema de medição de velocidade de laser de alto desempenho 108. Em um modalidade preferida, o subsistema de medição de velocidade de laser 108 pode compreender um sensor de laser TruSense™ S200 disponível da Laser Technology, Inc., cedente da presente invenção o qual provê até 200 medições de distância por segundo. As informações de distância provido pelo subsistema de medição de velocidade de laser 108 podem ser utilizadas para aumentar o subsistema de sensor visual 104 resolver quaisquer ambiguidades que possam surgir devido a uma incapacidade de distinguir, por exemplo, uma placa de licença colorida escura de sombreado devido a fracas condições de iluminação.

[0029] Na etapa 208, o movimento do veículo alvo 128 com relação ao sistema 100 é determinado em coordenadas Cartesianas (x,y) sobre um plano de imagem. Isto pode ser efetuado no seguinte modo:

[0030] Uma imagem (240x180 pixels) do veículo alvo 128 é captada pelo sensor de imagem CMOS ou da câmera a bordo 146 ou das câmeras remotas 140 ou 142;

[0031] As características da imagem são extraídas. Isto pode ser efetuado através da utilização de fluxo ótico no qual a direção de movimento de cada pixel de uma imagem para a seguinte é determinada. Entre os processos os quais podem ser utilizados neste aspecto incluem aqueles encontrados em

[http://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_flow](http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_flow) ou a utilização de bordas (tal como uma operação de Sobel) ou aqueles encontrados em [http://en.wikipedia.org/wiki/Edge\\_detection](http://en.wikipedia.org/wiki/Edge_detection);

[0032] As características extraídas são segmentadas para produzir um objeto isto pode ser efetuado pelo agrupamento de pixel os quais tem uma direção similar ou uma lógica fuzzy e/ou rede neutra pode ser empregada para segmentar os pixels.

[0033] O centro de massa do objeto é rastreado e estimado. Isto pode ser executado através da utilização de um filtro Kalman como visto em [http://en.wikipedia.org/wiki/Kalman\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Kalman_filter); e

[0034] A posição estimada (x,y) pode ser utilizada para o movimento de alvo (x,y).

[0035] Na etapa 210, o choque e vibração experimentados pelo sistema 100 devido ao possível movimento do veículo de polícia 130 é determinado de modo que estes possam ser filtrados. Neste aspecto, as saídas do giroscópio 160 e do inclinômetro 162 são amostradas na ordem de cada milissegundo ou menos. Em uma modalidade representativa da presente invenção, 2047 amostras / segundo são tomadas do inclinômetro 162 e 1000 amostras / segundo do giroscópio 160. Como estes dispositivos tendem a gerar uma quantidade de ruído, este deve ser filtrado. No entanto, como filtros relativamente fortes levariam a um tempo de resposta de sinal mais lento a modalidade representativa do sistema 100 da presente invenção implementa um filtro de passagem baixa adaptável de dois estágios em que:

[0036] Para todos os dados medidos  $x[i]$ ,  $i = 0$  a  $n$ .

$$y1[i] = y1[i - 1] - k1 * (x[i] - y1[i - 1])$$

[0037]  $y2[i] = y2[i - 1] - k2 * (x[i] - y2[i - 1])$ , onde  $k1$  e  $k2$  são coeficientes dos filtros de passagem baixa.

[0038]  $y[i] = y1[i]$  se a diferença entre  $y1[i]$  e  $y2[i]$  for maior do que

um limite, de outro modo  $y2[i]$ .

[0039]  $y[i]$  pode prover uma saída muito estável de um forte filtro de passagem baixa de  $y2[i]$  assim como um tempo de resposta muito mais rápido do filtro de passagem baixa mais fraco de  $y1[i]$ .

[0040] Na etapa 212, as informações calculadas nas etapas 206, 208 e 210 são utilizadas para calcular novas posições de motor para o motor de panoramização 156 e o motor de inclinação 158 do subsistema de panoramização / inclinação 106 em conjunto com as posições destes motores CC sem escovas (BLDC) de um codificador ótico associado ou sensores hall na etapa 214. Posteriormente na etapa 216 o motor de panoramização 156 e o motor de inclinação 158 são apropriadamente controlados.

[0041] Na etapa 218, a velocidade do veículo alvo 128 é determinado pelo subsistema de medição de velocidade de laser 108 enquanto que na etapa 220 a velocidade do sistema 100 como montado em um veículo de polícia 130 é determinada de sua interface de rede de área de controlador (CAN) para a porta OBD II do veículo. As entradas para esta determinação podem ser obtidas do subsistema de GPS 116 na etapa 222 para prover uma correção para a pressão de pneu do veículo de polícia, o diâmetro de roda e similares o que poderia de outro modo afetar este cálculo. Deve ser notado que o GPS é usualmente muito preciso se um veículo estiver se deslocando com uma velocidade constante e é de outro modo menos confiável. Na modalidade representativa do sistema 100 aqui descrito, o sistema 100 monitora a velocidade do veículo primariamente através da porta de OBD II e quando isto indica uma velocidade estável, a condição de pneu é calibrada mais corretamente em conjunto com os dados de subsistema de GPS 116.

[0042] Na etapa 224, uma calibração baseada em alvo estacionário para a pressão de pneu de diâmetros de roda de veículo

de polícia 130 pode ser executada mirando o sistema 100 em um alvo estacionário tal como uma placa de estrada ou uma característica de terra. Como a velocidade de tal objeto é zero, o sistema 100 pode então calibrar a condição de pneu. Utilizando as informações e os dados previamente computados, o sistema 100 então determina se a velocidade do veículo alvo 128 é maior do que o limite de velocidade postado na etapa de decisão 226. Se a velocidade do veículo alvo 128 for excessiva, todos os dados previamente medidos são salvos em conjunto com dados de evidência tal como imagens paradas e um clipe de vídeo em movimento como gravado pelo subsistema de sensor visual 104 na etapa 228. Em operação, o sistema 100 determinou a velocidade relativa entre o veículo de polícia 130 e o veículo alvo 128 assim como a velocidade absoluta do próprio sistema 100 como calibrado em conjunto com o subsistema de GPS 116 (etapa 222) e/ou avaliação de alvo estacionário (etapa 224). Em uma modalidade representativa da presente invenção, o sistema 100 pode armazenar duas imagens paradas do veículo alvo 128, uma visão larga (por exemplo, na ordem de 10 a 30 graus para incluir informações de fundo contextuais) e uma visão estreita (por exemplo, na ordem de 5 a 20 para incluir mais detalhes do veículo de alvo 128). Uma implementação específica da presente invenção utiliza lentes de 100 mm e 30 mm de comprimento focal neste aspecto. O clipe de movimento pode ser salvo ou das imagens de visão larga ou de visão estreita e então armazenado no dispositivo de armazenamento 120 o qual pode ser um cartão SD ou similar ou de outro modo armazenado através da I/O 118 para uma rede através de Ethernet ou para um dispositivo USB associado. A imagem parada capturada pode também ser processada na etapa 228 por um sistema de reconhecimento de número de placa e o seu número de licença é também armazenado com os outros dados.



[0043] Na etapa 230, as informações correntes referentes ao veículo alvo 128 sendo rastreado e as informações derivadas do subsistema de sensor visual 104 são exibidas sobre a tela de toque 112 por meio de que o operador do sistema 100 no veículo de polícia 130 pode dirigir certas funções do sistema 100. Na etapa de decisão 232, se o operador determinar prover uma entrada para o processo 200, tal entrada pode ser provida na etapa 234. Se o processo 200 deve parar na etapa de decisão 236, então este chega ao fim. De outro modo, o processo 200 retorna para as operações das etapas 206, 208 e 210 como anteriormente descrito. Alternativamente, se o sistema 100 deve permanecer no modo automático, então uma nova posição é calculada para o rastreamento de veículo alvo 128 na etapa 238 por meio de que a etapa de decisão 236 é novamente alcançada.

[0044] Com referência adicionalmente agora à Figura 3A, uma vista em perspectiva dianteira de uma modalidade do sistema de rastreamento de laser inteligente 100 da presente invenção está mostrada que ilustra o subsistema de sensor visual 104, o subsistema de medição de velocidade de laser 108 e o seu subsistema de panoramização / inclinação inteligente 106.

[0045] Com referência adicionalmente agora à Figura 3B, uma vista em elevação dianteira parcialmente em corte da modalidade da figura precedente está mostrada ilustrando a placa de inclinação 300 e a placa de panoramização 302 sobre as quais o subsistema de sensor visual 104 e o subsistema de medição de velocidade de laser 108 estão controlavelmente montados incluindo detalhes do mecanismo de inclinação do subsistema de panoramização / inclinação inteligente 106.

[0046] A placa de inclinação 300 está montada articulada na placa de panoramização 302 para prover um movimento de elevação para o subsistema de sensor visual 104 e o subsistema de medição de

velocidade de laser 108. A placa de panoramização 302 provê um movimento rotacional para os mesmos subsistemas do sistema 100. Um sem fim 304 acionado pelo motor de inclinação 158 por sua vez aciona uma engrenagem sem fim 306 para acionar um eixo / pinhão de inclinação preso rotativo por rolamentos de inclinação superior e inferior 310, 312. O eixo / pinhão de inclinação então aciona uma engrenagem de inclinação 314 para prover articulado um movimento de elevação ascendente e descendente para a placa de inclinação 300.

[0047] Com referência adicionalmente agora à Figura 3C, uma vista em perspectiva traseira da modalidade das figuras precedentes está mostrada incluindo detalhes do mecanismo de panoramização do subsistema de panoramização / inclinação inteligente 106. Um sem fim 320 acionado pelo motor de panoramização 156 aciona uma engrenagem sem fim 322 correspondente para prover um movimento rotacional para um pinhão de panoramização 324. O pinhão de panoramização 324 aciona uma correia 326 e uma polia louca 328 para acionar uma engrenagem de panoramização 330 para prover um movimento rotacional para a placa de panoramização 302. Uma rotação da ordem de 320° ou mais é obténível.

[0048] O projeto do subsistema de panoramização / inclinação inteligente 106 da presente invenção minimiza a inércia do sistema 100 colocando a massa mais pesada dos motores de panoramização e inclinação 156, 158 sobre uma placa de base fixa e não sobre qualquer uma das partes móveis. O projeto deste aspecto da presente invenção provê uma solução especificamente eficaz e de baixo custo.

[0049] Com referência adicionalmente agora à Figura 4, uma vista parcialmente em corte de uma barra de luz de veículo de polícia 400 está mostrada incluindo a modalidade do sistema de rastreamento de laser inteligente 100 da presente invenção ilustrado nas Figuras 3A a

3C montado na mesma para permitir vistas tanto dianteira quanto traseira de tráfego veicular em um veículo de polícia 130 móvel ou estacionário. Deve ser notado que a montagem do sistema 100 na barra de luz 400 de um veículo de polícia 130 é somente uma das possíveis configurações de montagem disponíveis e que o sistema 100 poderia similarmente estar montado sobre o parabrisa, painel ou atrás da janela traseira de um veículo de polícia 130.

[0050] Com referência adicionalmente agora às Figuras 5A e 5B, respectivamente vistas em perspectiva traseira e perspectiva de topo de outra modalidade 500 do sistema de rastreamento de laser inteligente da presente invenção estão mostradas para possíveis aplicações de monitoramento de tráfego montadas em tripé estacionário. Nesta específica modalidade 500, mecanismos de montagem e acionamento alternativos estão ilustrados para prover um movimento de panoramização e inclinação para o subsistema de sensor visual 104 e o subsistema de medição de velocidade de laser 108. Além disso, a tela de toque 112 está mostrada como senso fisicamente montada na placa de base de sistema 100.

[0051] Com referência adicionalmente agora à Figura 6, a possível função de monitoramento de tráfego 600 de uma modalidade móvel do sistema de rastreamento de laser inteligente 100 da presente invenção está mostrada quando montada em um veículo de polícia 130, tal como na barra de luz 400 da Figura 4. Nesta aplicação, a velocidade de múltiplos veículos alvo 602, 604 e 606 pode ser autonomamente rastreada pelo sistema de rastreamento de laser inteligente sem entrada de operador permitindo que o motorista devote a sua atenção à direção. Alternativamente, o sistema 100 pode ser manualmente cancelado para selecionar um certo veículo como um alvo batendo sobre um específico dos veículos alvo como vistos na tela de toque 112. Por exemplo, se o operador do veículo de polícia estivesse

especificamente interessado na velocidade do Aston Martin Vanquish à sua esquerda, ele pode selecionar aquele veículo alvo 602 específico como aquele a ser rastreado.

[0052] Com referência adicionalmente agora à Figura 7, a possível função de monitoramento de tráfego 700 de uma modalidade estacionária do sistema de rastreamento de laser inteligente 100 da presente invenção está mostrada como esta pode ser montada sobre um tripé para automaticamente rastrear e prover a velocidade de múltiplos veículos alvo 702, 704 e 706 através de múltiplas pistas de tráfego utilizando, por exemplo, a modalidade da presente invenção das Figuras 5A e 5B. O sistema de rastreamento de laser inteligente 100 da presente invenção para utilização na função de monitoramento de tráfego 700 pode funcionar autonomamente para rastrear a velocidade de um ou mais veículos alvo 702, 704 ou 706 ou um individual dos veículos alvo pode ser manualmente selecionado sobre a tela de toque 112 (não mostrada).

[0053] Com referência adicionalmente agora às Figuras 8A e 8B, visões largas 802 e visões estreitas 804 respectivamente das imagens de um ou mais veículos alvo. Tais imagens são obteníveis através da utilização dos sensores de imagem duplos estreitamente integrados que compreendem um sensor de visão larga 140 e um sensor de visão estreita 142 (Figura 1) que formam uma porção do subsistema de rastreamento visual 104 em uma modalidade representativa do sistema de rastreamento de laser inteligente 100 da presente invenção. A visão larga 802 provê um contexto circundante do veículo alvo no momento que a imagem foi capturada enquanto a visão estreita 804 pode ser utilizada para identificar unicamente o veículo pelo número de placa de licença para leitura ou humana ou de máquina.

[0054] Com referência adicionalmente agora à Figura 9A, uma

vista em perspectiva de topo de uma porção 900 de uma modalidade alternativa do sistema 100 da presente invenção está mostrada ilustrando o subsistema de medição de velocidade de laser 108 e câmeras de visão larga e visão estreita separadas. Referindo também às Figuras 9B e 9C, respectivas vistas dianteira e traseira das câmeras de visão larga e visão estreita separadas da figura precedente estão mostradas ilustrando as lentes e os seus sensores associados, respectivamente. A câmara de visão estreita incorpora uma lente 902 associada com o sensor de visão estreita 142 enquanto que câmara de visão larga incorpora uma lente 904 associada com o sensor de visão larga 140. Como anteriormente descrito, de modo a comutar entre visões estreita para larga (ou larga para estreita), o bloco de câmaras remotas (140 e 142) teria um multiplexador associado para selecionar uma entrada de câmara de cada vez.

[0055] Apesar de terem sido acima descritos os princípios da presente invenção em conjunto com um circuito e estrutura específicos, deve ser claramente compreendido que a descrição acima é feita somente como exemplo e não como uma limitação ao escopo da invenção. Especificamente, é reconhecido que os ensinamentos da descrição acima sugerirão outras modificações para aquelas pessoas versadas na técnica relevante. Tais modificações podem envolver outras características as quais já são conhecidas por si e as quais podem ser utilizadas ao invés ou além das características já aqui descritas. Apesar das reivindicações terem sido formuladas neste pedido para combinações específicas de características, deve ser compreendido que o escopo da descrição aqui também inclui qualquer nova característica ou qualquer nova combinação de características aqui descritas ou explicitamente ou implicitamente ou qualquer generalização ou sua modificação a qual seria aparente para as pessoas versadas na técnica relevante, se ou não tal refere-se à

mesma invenção que presentemente reivindicada em qualquer reivindicação ou se ou não esta mitiga qualquer ou todos os problemas técnicas como confrontados pela presente invenção. Os requerentes por meio disto reservam o direito de formular novas reivindicações de tais características e/ou combinações de tais características durante o processo do presente pedido ou de qualquer aplicação adicional derivada desta.

[0056] Como aqui utilizado, os termos "compreende", "compreendendo", ou qualquer outra sua variação, pretendem cobrir uma inclusão não exclusiva, tal como um processo, método, artigo, ou aparelho que compreende uma recitação de certos elementos não necessariamente incluem somente estes elementos mas podem incluir outros elementos não expressamente recitados ou inerentes a tal processo, método, artigo, ou aparelho. Nenhuma das descrições no presente pedido devem ser lidas como implicando que nenhum elemento, etapa, ou função é um elemento essencial o qual deve ser incluído no escopo de reivindicação e O ESCOPO DO ASSUNTO PATENTEADO É DEFINIDO SOMENTE PELAS REIVINDICAÇÕES COMO PERMITIDO. Mais ainda, nenhuma das reivindicações anexas pretende invocar o parágrafo seis da 35 U.S.C. Sect. 112 a menos que a frase exata "meio para" for empregada e for seguida por um participio.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de rastreamento para monitorar a velocidade de um ou mais veículos-alvo, **caracterizado** pelo fato de compreender:

um processador;

um subsistema de sensor visual acoplado no dito processador;

um subsistema de medição de velocidade de laser acoplado no dito processador; e

um sistema de panoramização/inclinação responsivo ao referido subsistema de sensor visual acoplado no dito processador para apoiar de forma autônoma e móvel os referidos subsistemas de medição de velocidade e laser de sensor visual, o referido sistema determinando uma velocidade dos referidos um ou mais veículos-alvo com base na entrada do referido subsistema de medição de velocidade de laser, em que o referido subsistema de sensor visual está operacional para identificar um ou mais alvos móveis e fazer com que o referido subsistema de panorâmica / inclinação aponte o referido subsistema de sensor visual e o referido subsistema de medição de velocidade do laser para cada um dos referidos um ou mais alvos móveis;

compreendendo ainda: um dispositivo de entrada do operador acoplado ao referido processador para selecionar manualmente um determinado dos referidos um ou mais alvos móveis.

2. Sistema para monitorar a velocidade de um ou mais alvos na forma de veículos, **caracterizado** pelo fato de compreender:

um processador;

um subsistema de medição de velocidade de laser acoplado no dito processador;

um subsistema de sensor visual acoplado no dito processador;

um sistema de panoramização/inclinação acoplado no dito processador e operativo para autonomamente rastrear os ditos um ou mais veículos alvo com base na entrada do dito subsistema de sensor visual, o dito sistema determinando uma velocidade dos ditos um ou mais veículos alvo com base na entrada do dito subsistema de medição de velocidade de laser; e

um dispositivo de exibição acoplado ao referido processador para exibir imagens do referido um ou mais veículos-alvo do referido subsistema de sensor visual; em que o referido dispositivo de exibição é ainda operacional para exibir uma velocidade do referido um ou mais veículos-alvo; em que o referido dispositivo de exibição compreende uma tela de toque que permite que um operador do referido sistema selecione um determinado veículo do referido um ou mais veículos-alvo para rastreamento pelo referido sistema.

3. Sistema de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de estar montado sobre um veículo móvel que tem uma velocidade do dito veículo móvel inserida no dito sistema através de uma porta de diagnóstico a bordo.

4. Sistema de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de compreender ainda:

um subsistema de posicionamento global acoplado no dito processador, em que a dita velocidade do dito veículo móvel é periodicamente verificada ou corrigida com base em dados de velocidade do dito veículo móvel derivados do dito subsistema de posicionamento global.

5. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato de que o referido processador está operacional para corrigir erros geométricos ou o efeito cosseno ao rastrear um ou mais alvos em movimento.

6. Sistema de rastreamento de acordo com qualquer uma



das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que o dito subsistema de panoramização/inclinação ainda compreende:

uma placa de base;

um motor de panoramização montado na dita placa de base e operativamente acoplado a uma placa de panoramização;

um motor de inclinação montado na dita placa de base e operativamente acoplado a uma placa de inclinação;

um primeiro e um segundo sensores de posição associados com os ditos motores de panoramização e inclinação respectivamente para prover as informações de posição dos ditos motores de panoramização e inclinação para o dito processador.

7. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de que o dito subsistema de sensor visual e o dito subsistema de medição de velocidade de laser estão montados na dita placa de inclinação.

8. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato de que o dito subsistema de panoramização/inclinação ainda compreende um sistema de estabilização especialmente um selecionado de um giroscópio, um inclinômetro e acelerômetro.

9. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado** pelo fato de que o referido subsistema de sensor visual compreende ainda um sensor de visão estreita e um sensor de visão ampla.

10. Sistema de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que os referidos sensores de visão estreita e visão ampla operam simultaneamente para fornecer as respectivas vistas estreitas e amplas de um alvo.

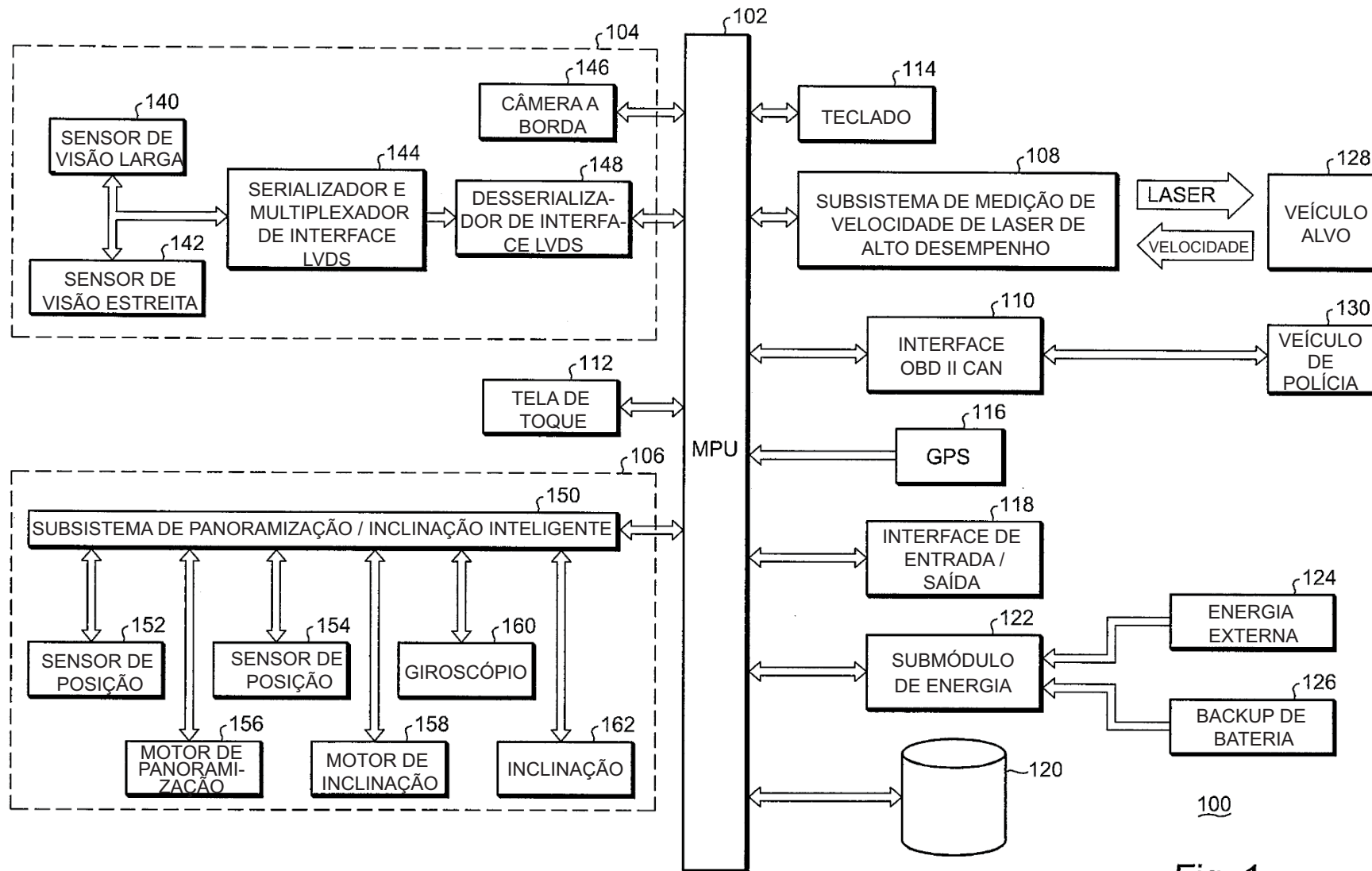


Fig. 1

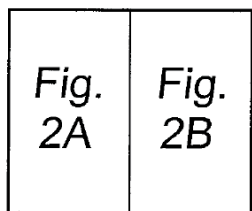
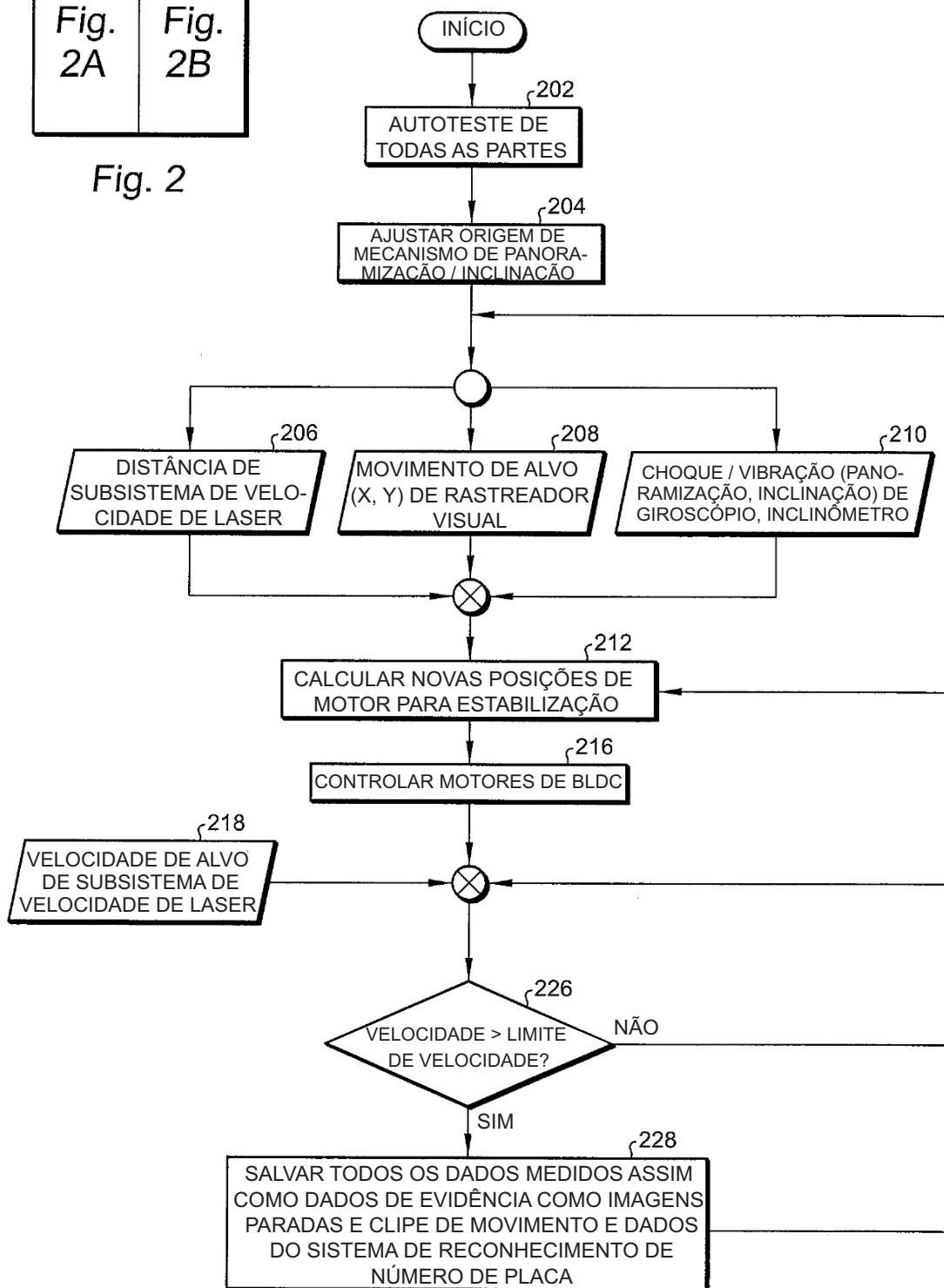


Fig. 2



200

Fig. 2A

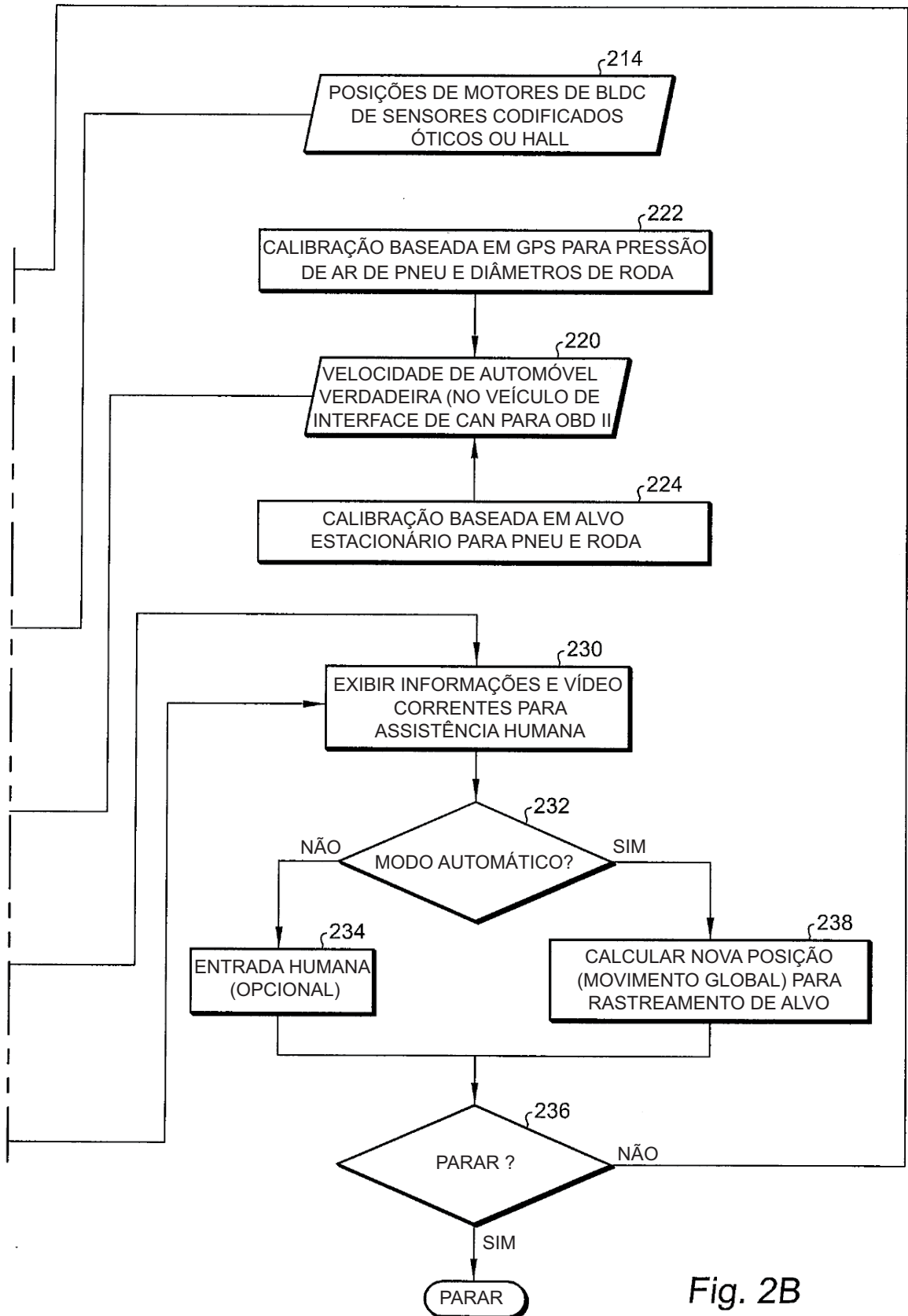


Fig. 2B

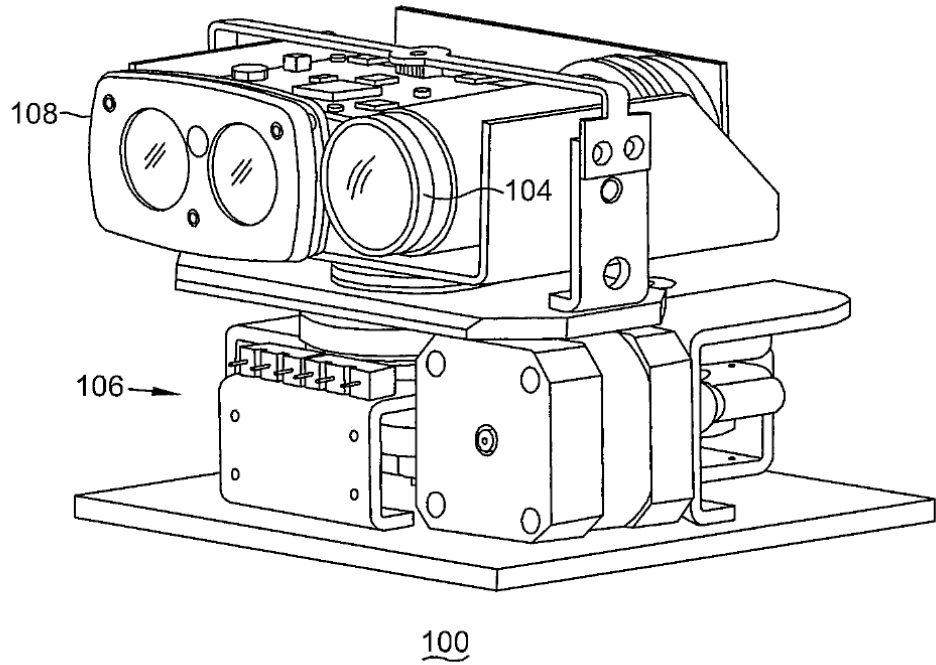


Fig. 3A

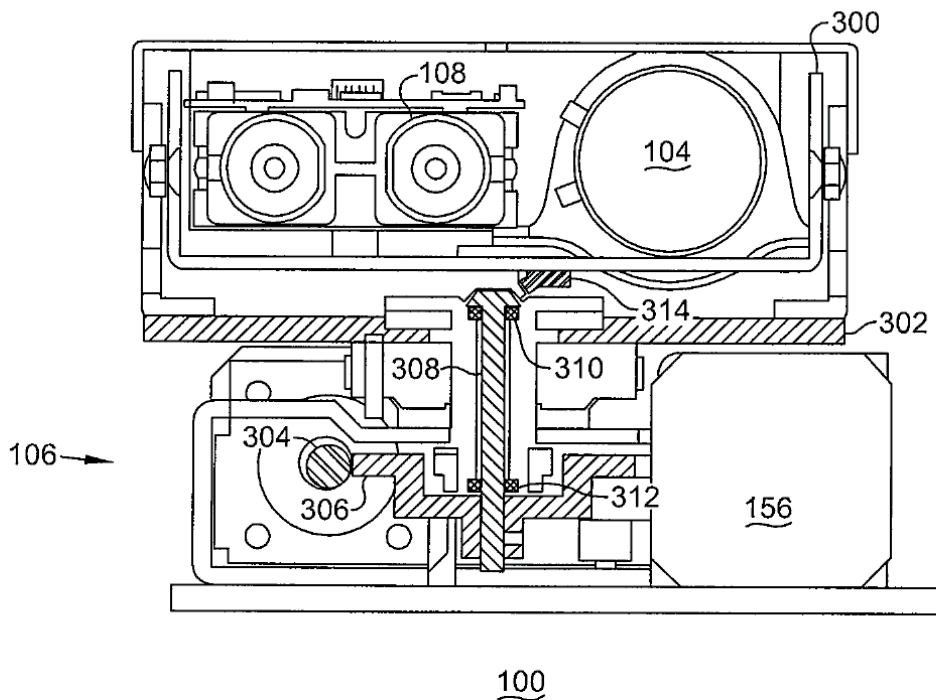


Fig. 3B

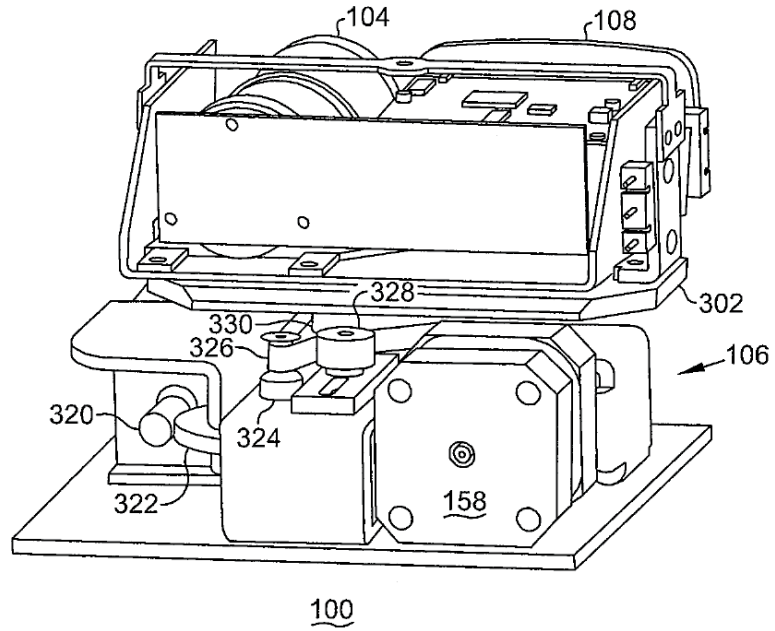


Fig. 3C

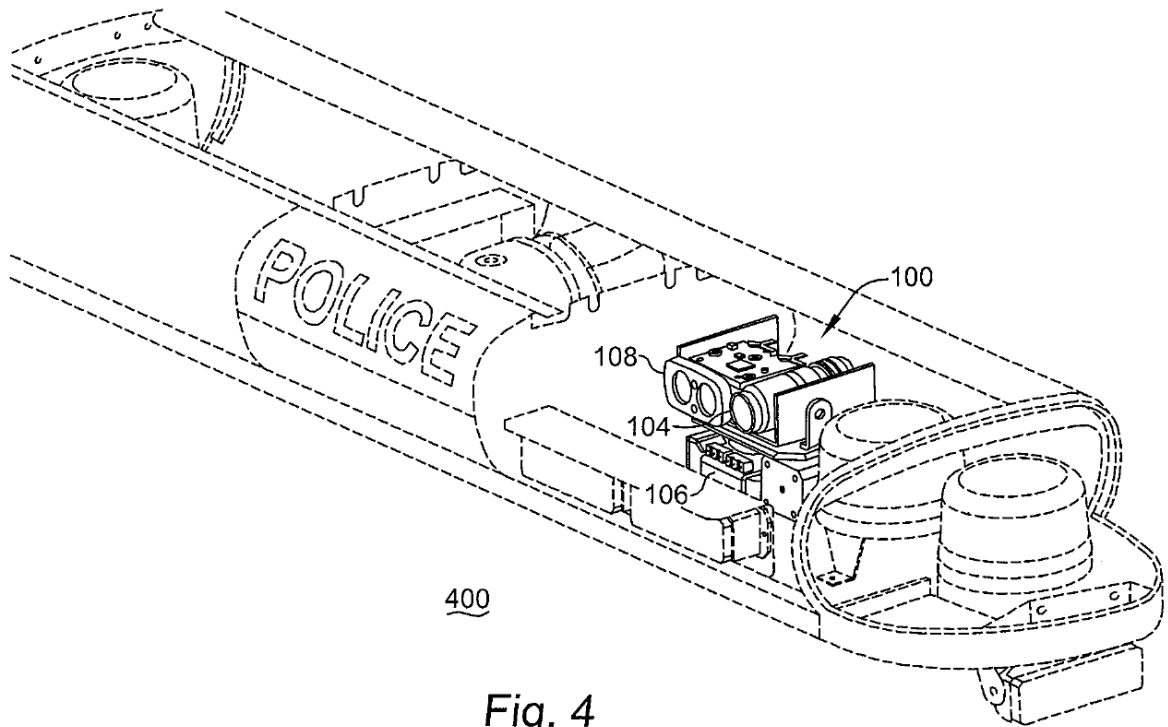


Fig. 4

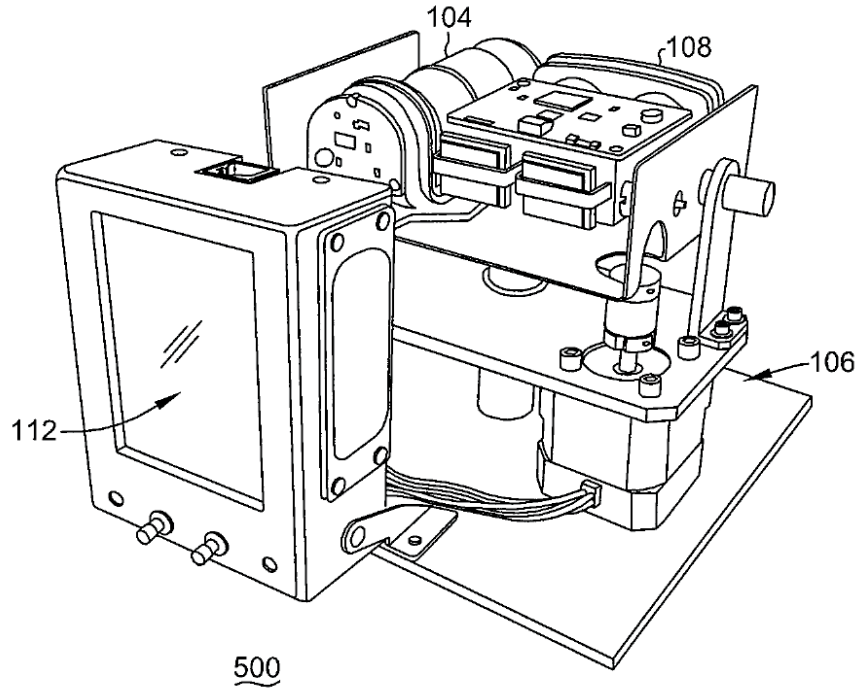


Fig. 5A

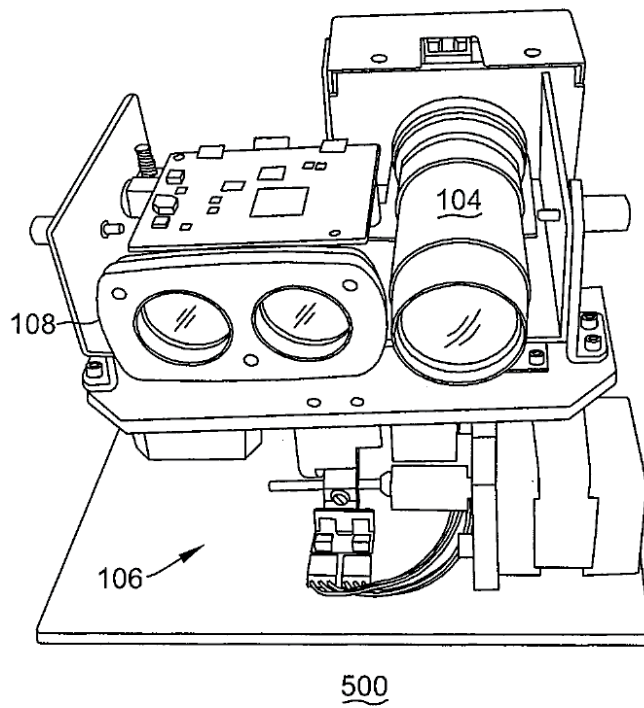


Fig. 5B

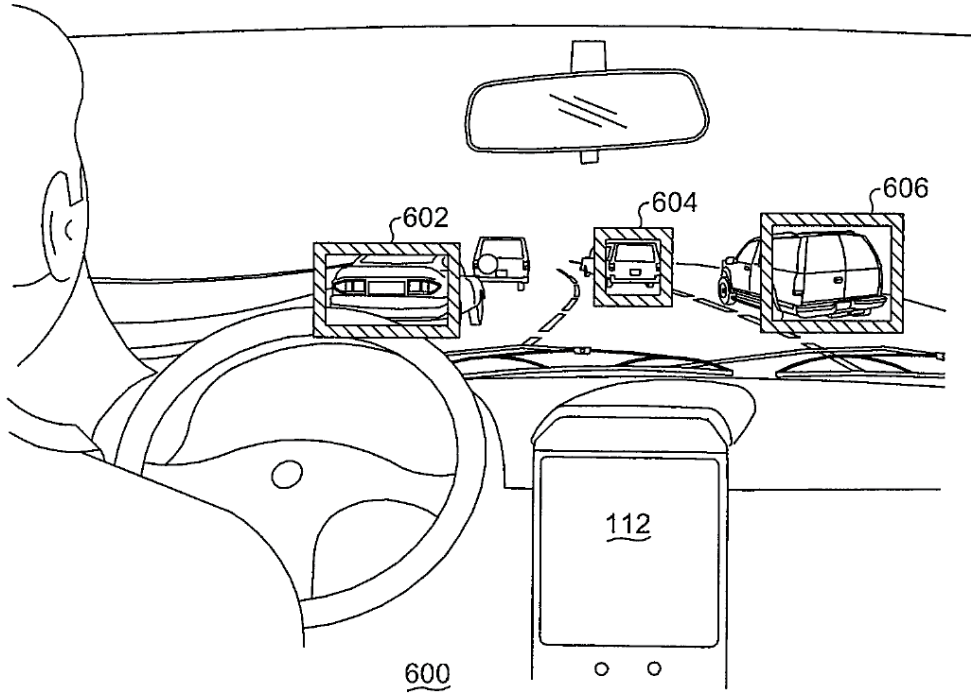


Fig. 6

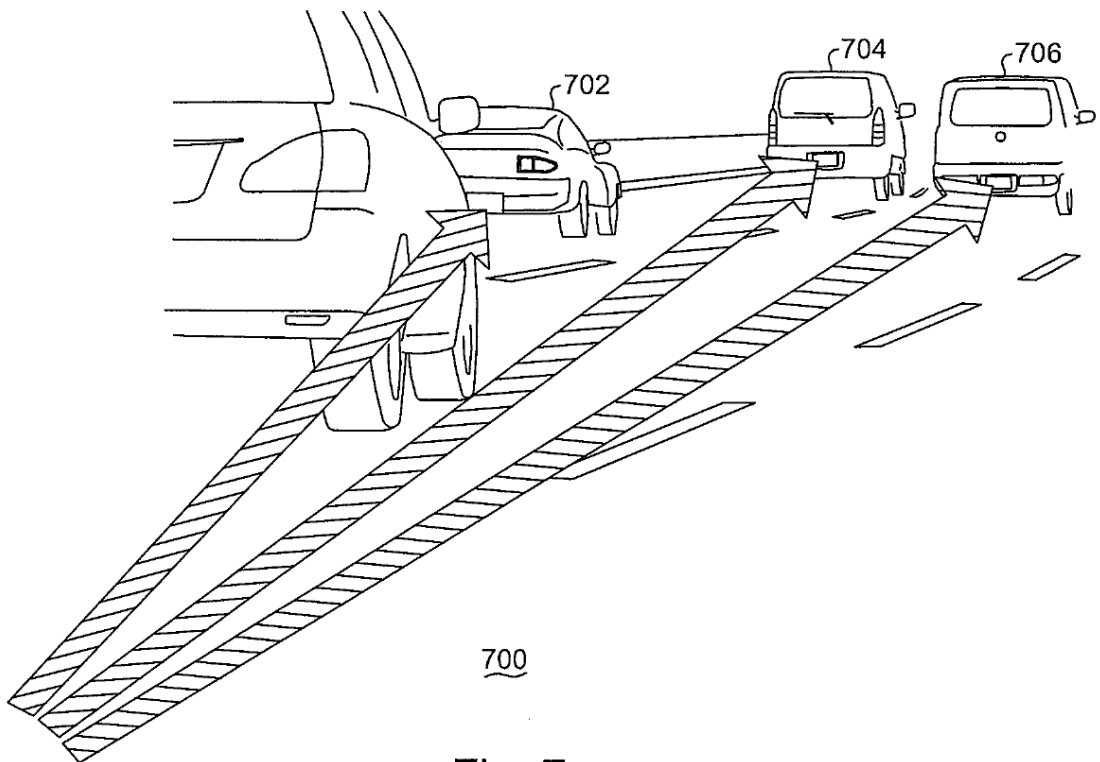
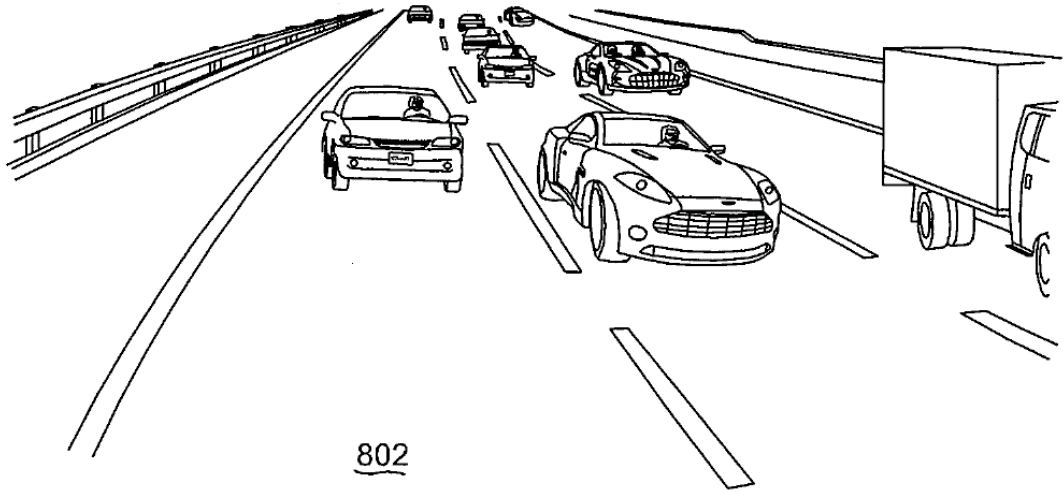


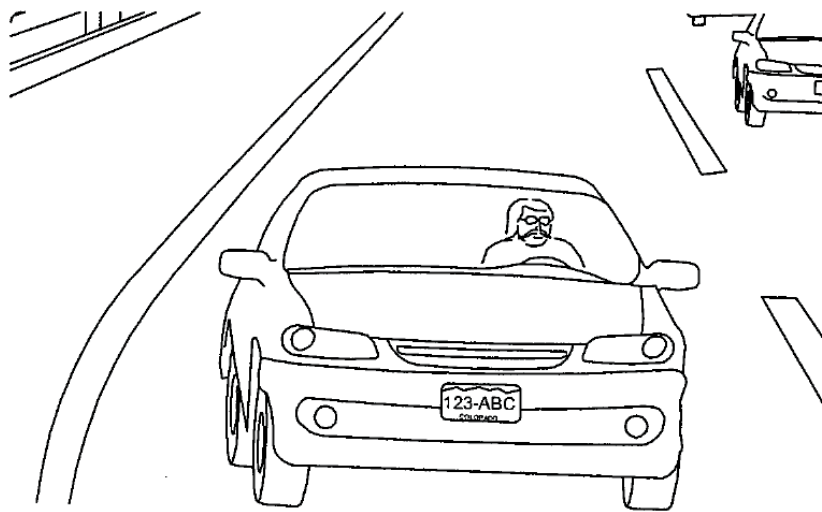
Fig. 7





802

Fig. 8A



804

Fig. 8B

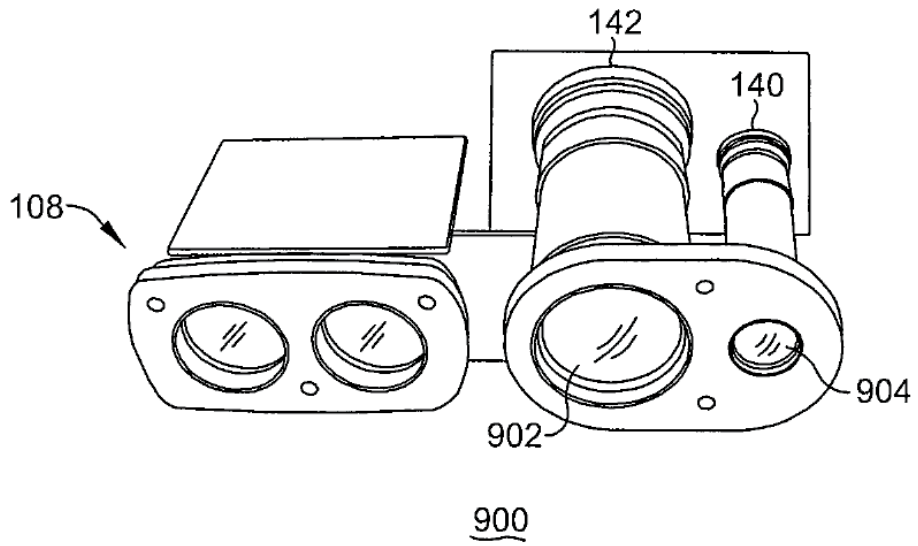


Fig. 9A

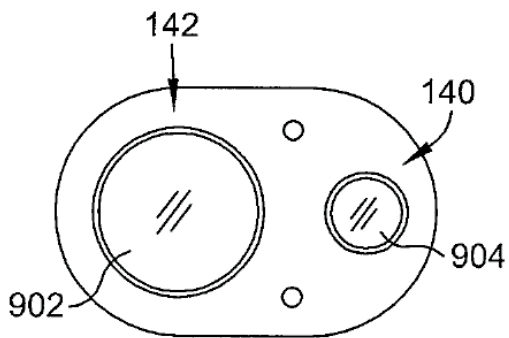


Fig. 9B

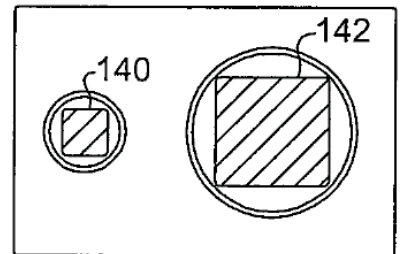


Fig. 9C