

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **219352**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **393800**

(51) Int.Cl.
G01H 9/00 (2006.01)
G01B 11/16 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **31.01.2011**

(54)

Urządzenie do pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

10.10.2011 BUP 21/11

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.04.2015 WUP 04/15

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

ADAM WAŹ, Wrocław, PL

KRZYSZTOF ABRAMSKI, Wrocław, PL

ARKADIUSZ ANTOŃCZAK, Wrocław, PL

PAWEŁ KACZMAREK, Jelcz-Laskowice, PL

JAROSŁAW SOTOR, Wrocław, PL

GRZEGORZ DUDZIK, Nowy Sącz, PL

GRZEGORZ SOBOŃ, Sobótka, PL

KAROL KRZEMPEK, Czyżowice, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Regina Kozłowska

PL 219352 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów, w szczególności do jednoczesnej analizy wibracji w kilku punktach drgającej płaszczyzny, zwłaszcza budowli, turbin, silników, urządzeń AGD, pojazdów jak również do badania membran głośników.

Z polskiego opisu zgłoszenia patentowego nr 351843, znane jest urządzenie do pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów oraz sposób pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów. Urządzenie wyposażone jest w koherentne źródło światła, z którego wiązka światła jest kierowana do sprzęgacza kierunkowego. W sprzęgaczu kierunkowym wiązka światła koherentnego jest rozdzielana na dwie wiązki: wiązkę pomiarową i wiązkę odniesienia. Ze sprzęgacza kierunkowego wiązka pomiarowa, poprzez kolimator kierowana jest na badany obiekt. Wiązka pomiarowa jako światło rozproszone na obiekcie zbierana jest przez kolimator i poprzez optyczny izolator wejściowy, wzmacniacz światłowodowy i optyczny izolator wyjściowy, jest kierowana do drugiego sprzęgacza. Zastosowanie izolatorów optycznych zapobiega wzbudzeniu się wzmacniacza światłowodowego. Do drugiego sprzęgacza doprowadzana ze sprzęgacza kierunkowego jest wiązka pomiarowa. Natomiast ze sprzęgacza wiązka światła jest kierowana do fotodetektora. Z fotodetektora sygnał elektryczny kieruje się do układu pomiarowego. Sposób ten polega na tym, że ze źródła światła emituje się koherentną wiązkę światła, którą w sprzęgaczu kierunkowym dzieli się ją na dwie wiązki: wiązkę pomiarową i wiązkę odniesienia. Wiązkę pomiarową przez kolimator kieruje się na badany obiekt. Wiązkę pomiarową rozproszoną i odbitą od badanego obiektu przez kolimator kieruje się do wzmacniacza światłowodowego, wzmacnia się i w drugim sprzęgaczu łączy z wiązką odniesienia. Otrzymany sygnał optyczny w fotodetektorze poddaje się detekcji, po czym w układzie pomiarowym, wyznacza się amplitudę i częstotliwość drgań badanego obiektu.

Znany sposób laserowego pomiaru drgań jednocześnie w wielu punktach, polega na tym, że wibracje w wybranych punktach drgającej płaszczyzny są analizowane przez kilka niezależnych wibrometrów wykorzystujących światło widzialne. Nie jednoczesny pomiar drgań możliwy jest za pomocą wibrometru skanującego, który zawiera skaner wiązki laserowej, umożliwiający zmianę analizowanego punktu. Pomiar dokonywany jest sekwencyjnie, to znaczy w danym punkcie analizuje się drgania, zmienia się położenie punktu, przeprowadza się analizę i procedurę powtarza się dla wszystkich punktów pomiarowych.

Istota urządzenia, według wynalazku, polega na tym, że pomiędzy sprzęgacz i kolimator nadawczy włączone są szeregowo izolator, akustooptyczny modulator Bragga i wzmacniacz optyczny, jednocześnie sprzęgacz połączony jest światłowodami poprzez kompensator, kontroler polaryzacji, sprzęgacz wyjściowy i fotodetektor, korzystnie zbalansowany, z układem przetwarzania sygnału. Do fotodetektora doprowadzany jest światłowodami sygnał z kolimatora odbiorczego.

Korzystnie, wiązka światła, z co najmniej dwóch źródeł światła kierowana jest światłowodami, poprzez co najmniej dwa sprzęgacze, multiplekser, izolator, akustooptyczny modulator Bragga, wzmacniacz optyczny, demultiplekser i co najmniej dwa kolimatory nadawcze, jednocześnie co najmniej dwa sprzęgacze połączone są światłowodami poprzez co najmniej dwa kompensatory, co najmniej dwa kontrolery polaryzacji, co najmniej dwa sprzęgacze wyjściowe i co najmniej dwa fotodetektory z układem przetwarzania sygnału. Natomiast, co najmniej dwie wiązki światła, z co najmniej dwóch kolimatorów odbiorczych kierowane są, przez co najmniej sprzęgacze wyjściowe, do co najmniej dwóch fotodetektorów.

Korzystnym jest, gdy pomiędzy demultiplekser i kolimator włączony jest co najmniej jeden sprzęgacz wizualizacyjny połączony światłowodem z laserową diodą wizualizacyjną i/lub pomiędzy kolimator odbiorczy i sprzęgacz wyjściowy włączony jest co najmniej jeden sprzęgacz wizualizacyjny połączony światłowodem z laserową diodą wizualizacyjną.

Korzystnie, dwa wyjścia sprzęgacza wyjściowego połączone są z dwoma wejściami fotodetektora poprzez dwa tłumiki, z których jeden jest tłumikiem o stałym tłumieniu a drugi o regulowanym tłumieniu. Ponadto wyjście fotodetektora połączone jest przez układ regulacji z tłumikiem o regulowanym tłumieniu.

Zasadniczą korzyścią techniczną wynikającą ze stosowania urządzenia według wynalazku, do wielopunktowej analizy drgań według wynalazku jest możliwy jednoczesny pomiar parametrów wibracji w wielu punktach jednocześnie, a przez to również możliwe jest wyznaczenie zależności fazowych pomiędzy drgającymi punktami, dodanie kolejnego punktu pomiarowego odbywa się poprzez dodanie kolejnego źródła światła, zastosowane długości fal świetlnych są nie tylko bezpieczne dla oka, ale

również umożliwiają użycie, jako źródeł światła koherentnego tanich i dostępnych laserowych diod półprzewodnikowych zamiast stosowanych do tej pory laserów gazowych (głównie helowo - neonowych) jak również zwiększa dostępność pozostałych elementów urządzenia (izolatory, sprzęgacze, fotodetektory zintegrowane ze światłowodem).

Przedmiot wynalazku w przykładzie realizacji jest uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy urządzenia do pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów, a fig. 2 - urządzenie do pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów wyposażone w tłumiki.

Przykład 1

Urządzenie do pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów wyposażone jest w źródło światła LD, z którego wiązka światła kierowana jest światłowodami poprzez sprzęgacz SP, kolimator nadawczy KN, izolator IZ, akustooptyczny modulator Bragga AO i wzmacniacz optyczny WO na drgający obiekt DO. Jednocześnie sprzęgacz SP połączony jest światłowodami poprzez kompensator KM, kontroler polaryzacji KP, sprzęgacz wyjściowy SR i fotodetektor FB z układem przetwarzania sygnału US. Światło rozproszone na drgającym obiekcie DO zbierane jest przez kolimator odbiorczy KO i kierowane światłowodami do fotodetektora FB, który połączony jest z układem przetwarzania sygnału US.

Przykład 2

Urządzenie do pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów wykonane jak w przykładzie pierwszym z tą różnicą, że z czterech źródeł światła LD, wiązka światła kierowana jest światłowodami poprzez cztery sprzęgacze SP, multiplekser MU, izolator IZ, akustooptyczny modulator Bragga AO, wzmacniacz optyczny WO, demultiplekser DM i cztery kolimatory nadawcze KN, jednocześnie sprzęgacze SP te, połączone są światłowodami poprzez cztery kompensatory KM, cztery kontrolery polaryzacji KP, cztery sprzęgacze wyjściowe SR i cztery fotodetektory FB z układem przetwarzania sygnału US. Światło rozproszone na drgającym obiekcie DO zbierane jest przez cztery kolimatory odbiorcze KO i kierowane światłowodami do czterech fotodetektorów FB, które połączone są z układem przetwarzania sygnału US.

Przykład 3

Urządzenie do pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów wykonane jak w przykładzie pierwszym z tą różnicą, że fotodetektor ZB jest fotodetektorem zbalansowanym, a pomiędzy demultiplekser DM i kolimatory KO włączony jest sprzęgacz wizualizacyjny SW połączony światłowodem z laserową diodą wizualizacyjną DW.

Przykład 4

Urządzenie do pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów wykonane jak w przykładzie pierwszym albo trzecim z tą różnicą, że pomiędzy kolimator odbiorczy KO i sprzęgacz wyjściowy SR włączony jest sprzęgacz wizualizacyjny SW połączony światłowodem z laserową diodą wizualizacyjną DW.

Przykład 5

Urządzenie do pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów wykonane jak w przykładzie drugim z tą różnicą, że fotodetektor ZB jest fotodetektorem zbalansowanym, a pomiędzy demultiplekser DM i kolimatory KO włączone są cztery sprzęgacze wizualizacyjny SW połączone światłowodem z laserową diodą wizualizacyjną DW i jednocześnie pomiędzy cztery kolimatory odbiorcze KO i cztery sprzęgacze wyjściowe SR włączone są cztery sprzęgacze wizualizacyjne SW połączone światłowodem z laserową diodą wizualizacyjną DW.

Przykład 6

Urządzenie do pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów wykonane jak w przykładzie pierwszym, albo drugim, albo trzecim, albo czwartym, albo piątym z tą różnicą, że dwa wyjścia sprzęgacza wyjściowego SR połączone są z dwoma wejściami fotodetektora FB poprzez dwa tłumiki TS, TR, z których jeden jest tłumikiem o stałym tłumieniu TS a drugi o regulowanym tłumieniu TR, ponadto wyjście fotodetektora FB połączone jest przez układ regulacji UR z tłumikiem o regulowanym tłumieniu TR.

Działanie urządzenia polega na tym, że z czterech źródeł światła LD emituje się cztery koherentne wiązki światła, które w czterech sprzęgaczach SP dzielą się na wiązki pomiarowe i wiązki odniesienia. Wiązkami pomiarowymi, poprzez kolimatory nadawcze KN oświetla się drgający obiekt DO. Pomiedzy sprzęgaczami SP a kolimatorami KN umieszcza się szeregowo: multiplekser MU, którego zadaniem jest wprowadzenie wszystkich czterech wiązek pomiarowych do jednego światłowodu, izolator IZ, który zapewnia prowadzenie wiązek tylko w jednym kierunku, akustooptyczny modulator Bragga AO, wprowadzający przesunięcie częstotliwości fali świetlnej o częstotliwość fali ultradźwiękowej zasilającej ten modulator AO, wzmacniacz optyczny WO wzmacniający sygnały optyczne, demultiplekser DM rozdzielający wzmocniony sygnał na cztery wiązki pomiarowe oraz sprzęgacz wizualiza-

cyjny SW, który doprowadza do kolimatorów nadawczych KN światło widzialne z laserowej diody wizualizacyjnej DW. Analizowane punkty powierzchni drgającego obiektu DO oświetlane są przez kolimatory nadawcze KN dwiema długościami fal: z zakresu III okna telekomunikacyjnego oraz światłem widzialnym. Światło rozproszone na czterech punktach drgającego obiektu DO, przesunięte w częstotliwości w wyniku efektu Dopplera, zbierane jest przez cztery kolimatory odbiorcze KO, do których również doprowadza się światło widzialne z laserowej diody wizualizacyjnej DW poprzez sprzęgacze wizualizacyjne SW. Światło z zakresu widzialnego ułatwia użytkownikowi urządzenia detekcję analizowanego punktu, jest też pomocne przy ustawianiu kolimatorów nadawczych KN i odbiorczych KO. Światło z kolimatorów odbiorczych KO łączy się z wiązkami odniesienia w sprzęgaczach wyjściowych SR. W torze odniesienia, pomiędzy sprzęgaczami SP, a sprzęgaczami wyjściowymi SR umieszcza się kompensatory dróg koherencji KM oraz kontrolery polaryzacji KP. Na każdym z wyjść sprzęgaczy wyjściowych SR dostępne są: sygnał odniesienia i rozproszony sygnał pomiarowy, przy czym na drugim wyjściu sprzęgacza wyjściowego SR są one względem pierwszego wyjścia w przeciwfazie, co umożliwia zastosowanie do detekcji sygnału, fotodetektora zbalansowanego FB. Fotodetektor zbalansowany FB składa się z dwóch fotodiod, do których podłącza się sprzęgacz wyjściowy SR. Na każdej z fotodiod sygnał odniesienia i pomiarowy interferuje ze sobą. Uzyskuje się w ten sposób dwa sygnały heterodynowania, które są również względem siebie w przeciwfazie. Po wykonaniu operacji różnicy tych sygnałów na wyjściu fotodetektora zbalansowanego FB otrzymuje się dwa razy większy sygnał elektryczny, w porównaniu do standardowego fotodetektora. Pomiedzy wyjścia sprzęgaczy wyjściowych SR a wejścia fotodetektorów FB włącza się tłumiki optyczne, w jednym torze o regulowanym tłumieniu TR, w drugim o stałym tłumieniu TS. Tłumik regulowany TR sterowany jest przez układ regulacji UR tak, aby składowa stała sygnału na wyjściu fotodetektora FB była bliska zeru. Sygnały heterodynowania uzyskiwane na wyjściach fotodetektorów FB są zmodulowane częstotliwościowe. Częstotliwość nośna tych sygnałów jest równa częstotliwości fali ultradźwiękowej zasilającej akustooptyczny modulator AO, zaś dewiacja częstotliwości jest proporcjonalna do prędkości drgań analizowanego punktu drgającego obiektu DO. Układ przetwarzania sygnałów US demoduluje sygnały heterodynowania, a następnie rejestruje je i umożliwia prezentację wyników.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do pomiaru drgań i przemieszczeń obiektów wyposażone w źródło światła, z którego wiązka światła jest kierowana do sprzęgacza, natomiast ze sprzęgacza poprzez kolimator nadawczy na drgający obiekt a światło rozproszone na drgającym obiekcie zbierane jest przez kolimator odbiorczy, **znamiennie tym**, że pomiędzy sprzęgacz (SP) i kolimator nadawczy (KN) włączone są szeregowo izolator (IZ), akustooptyczny modulator Bragga (AO) i wzmacniacz optyczny (WO), jednocześnie sprzęgacz (SP) połączony jest światłowodami poprzez kompensator (KM), kontroler polaryzacji (KP), sprzęgacz wyjściowy (SR) i fotodetektor (FB) z układem przetwarzania sygnału (US), przy czym do fotodetektora (FB) doprowadzany jest światłowodami sygnał z kolimatora odbiorczego (KO).

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że fotodetektor (ZB) jest fotodektorem zbalansowanym.

3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że wiązka światła z co najmniej dwóch źródeł światła (LD) kierowana jest światłowodami poprzez co najmniej dwa sprzęgacze (SP), multiplekser (MU), izolator (IZ), akustooptyczny modulator Bragga (AO), wzmacniacz optyczny (WO) demultiplekser (DM) i co najmniej dwa kolimatory nadawcze (KN), jednocześnie co najmniej dwa sprzęgacze (SP) połączone są światłowodami poprzez co najmniej dwa kompensatory (KM), co najmniej dwa kontrolery polaryzacji (KP), co najmniej dwa sprzęgacze wyjściowe (SR) i co najmniej dwa fotodetektory (FB) z układem przetwarzania sygnału (US), natomiast co najmniej dwie wiązki światła z co najmniej dwóch kolimatorów odbiorczych kierowane są przez co najmniej sprzęgacze wyjściowe (SR) do co najmniej dwóch fotodetektorów (FB).

4. Urządzenie według zastrz. 1 albo 3, **znamiennie tym**, że pomiędzy demultiplekser (DM) i kolimator (KO) włączony jest co najmniej jeden sprzęgacz wizualizacyjny (SW) połączony światłowodem z laserową diodą wizualizacyjną (DW).

5. Urządzenie według zastrz. 1 albo 3, **znamiennie tym**, że pomiędzy kolimator odbiorczy (KO) i sprzęgacz wyjściowy (SR) włączony jest, co najmniej jeden sprzęgacz wizualizacyjny (SW) połączone światłowodem z laserową diodą wizualizacyjną (DW).

6. Urządzenie według zastrz. 1 albo 3, **znamiennie tym**, że dwa wyjścia sprzęgacza wyjściowego (SR) połączone są z dwoma wejściami fotodetektora (FB) poprzez dwa tłumiki (TS, TR), z których jeden jest tłumikiem o stałym tłumieniu (TS), a drugi o regulowanym tłumieniu (TR), ponadto wyjście fotodetektora (FB) połączone jest przez układ regulacji (UR) z tłumikiem o regulowanym tłumieniu (TR).

Wykaz oznaczeń na rysunku:

AO -	akustooptyczny modulator Bragga,
DM -	demultiplekser,
DO -	drgający obiekt,
DW -	laserowa dioda wizualizacyjna,
FB -	fotodetektor,
IZ -	izolator,
KN -	kolimator nadawczy,
KM -	kompensator,
KO -	kolimator odbiorczy,
KP -	kontroler polaryzacji,
LD -	źródło światła,
MU -	multiplekser,
SP -	sprzęgacz,
SR -	sprzęgacz wyjściowy,
SW -	sprzęgacz wizualizacyjny,
UR -	układ regulacji,
US -	układ przetwarzania sygnału,
WO -	wzmacniacz optyczny.

Rysunki

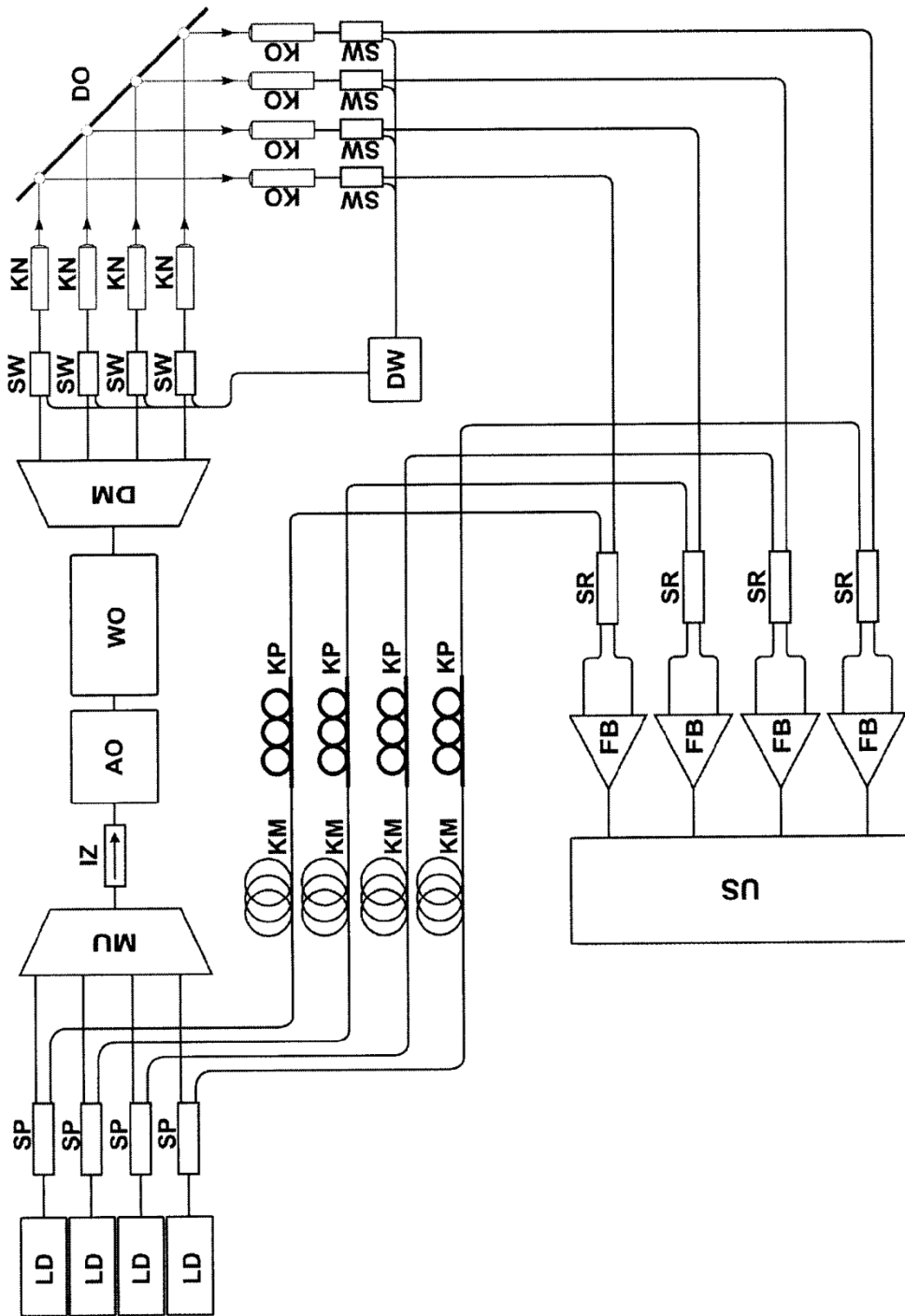


Fig. 1

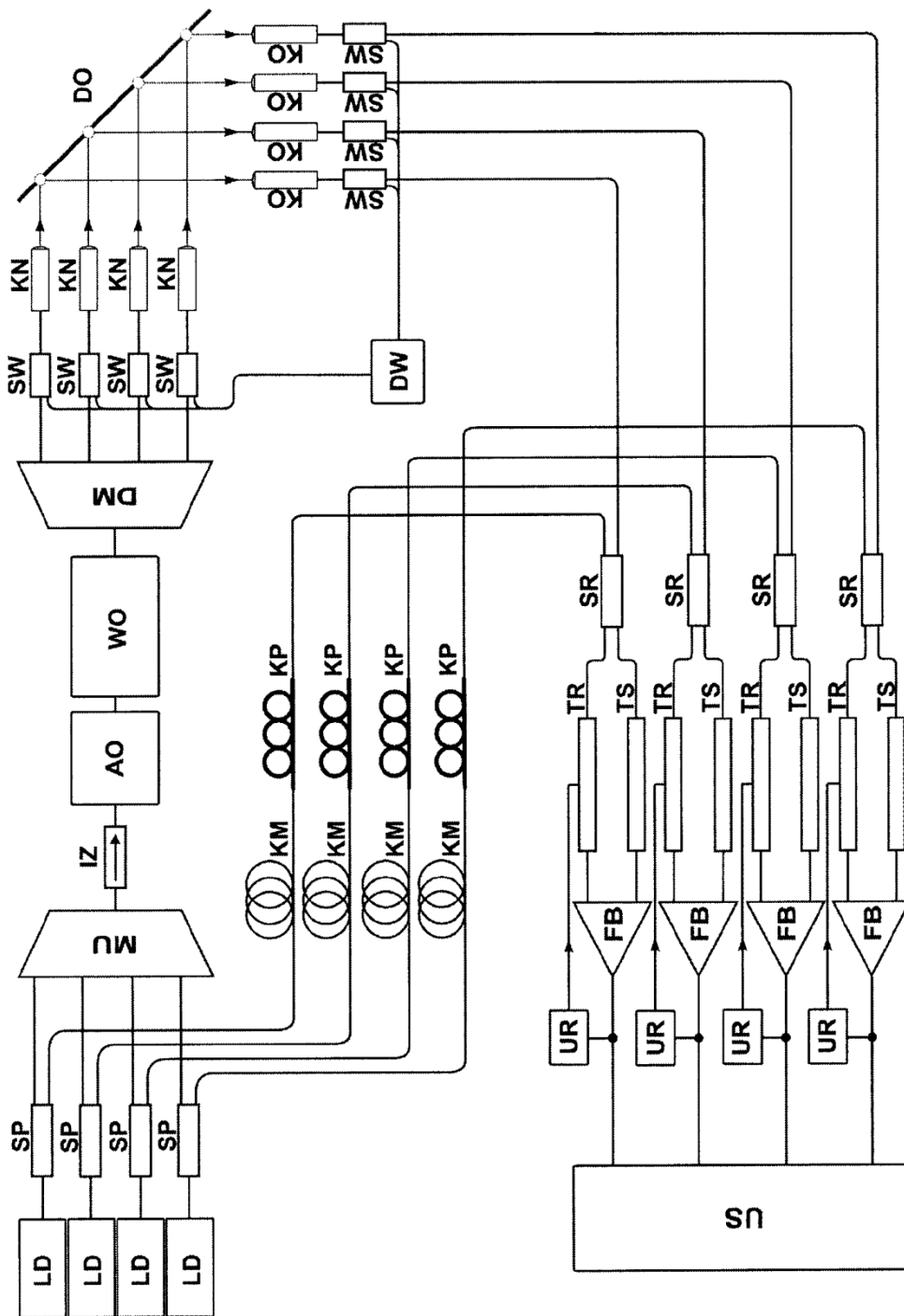


Fig. 2

