(19) URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

(10) **PL 440054 A1**

(12) # Opis zgłoszeniowy wynalazku

(z daty zgłoszenia)

(21) Numer zgłoszenia: **440054**
(22) Data zgłoszenia: **2021.12.31**
(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.07.03 BUP 27/2023**

(51) MKP:
F02D 21/08 *(2006.01)*
F02M 26/52 *(2016.01)*

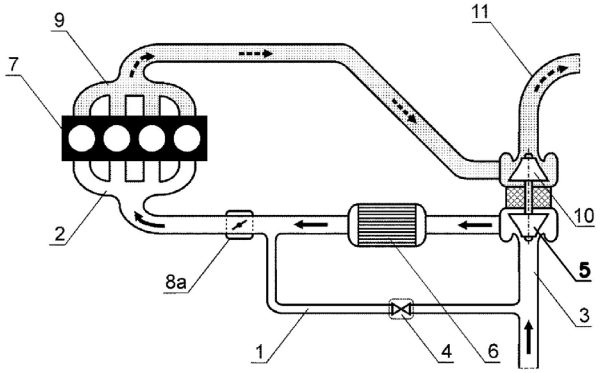
(71) Zgłaszający:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(-y):
MIROSŁAW JANOWSKI, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
Robert Klisowski, Kraków, PL

(54) Tytuł:
Układ dolotowy powietrza do silnika spalinowego pojazdu

(57) Skrót opisu:
Układ dolotowy powietrza do silnika spalinowego pojazdu, zawiera kanał dolotowy i kanał bocznikowy. Kanał bocznikowy wyprowadzony jest z kanału dolotowego za sprężarką i chłodnicą powietrza doładowującego, przed czujnikiem ciśnienia w silniku z zapłonem iskrowym ZI lub przed przepustnicą w silniku z zapłonem samoczynnym ZS i zwrotnie przyłączony do kanału dolotowego przed sprężarką. W kanale bocznikowym znajduje się zawór cyrkulacyjny połączony w sposób przewodowy lub bezprzewodowy z cyfrowym układem obliczeniowo-sterującym. Układ charakteryzuje się tym, że jako zawór cyrkulacyjny (5) wykorzystuje zawór recyrkulacji spalin EGR ze sterowaniem elektromagnetycznym, a cyfrowy układ obliczeniowo-sterujący stanowi elektroniczny moduł kontrolny ECU pojazdu.



PL 440054 A1

UKŁAD DOLOTOWY POWIETRZA DO SILNIKA SPALINOWEGO POJAZDU

Przedmiotem wynalazku jest układ dolotowy powietrza do silnika spalinowego pojazdu, mający zastosowanie w branży motoryzacyjnej, zwłaszcza w konstrukcji spalinowych silników z doładowaniem turbosprężarką oraz sprężarką mechaniczną.

Zastosowanie zespołu turbosprężarki, wykorzystującej energię gazów spalinowych do sprężania powietrza dolotowego w tłokowych silnikach spalinowych - zarówno o zapłonie iskrowym ZI jak i o zapłonie samoczynnym ZS - pozwala uzyskać większą moc z jednostki objętości skokowej silnika. Turbodoładowanie oprócz korzyści w osiągach niesie również problemy techniczne wynikające z gazodynamicznej więzi wydatku gazów spalinowych z zapotrzebowaniem powietrza, przy bezwładności wirującej, zespolonej masy turbiny, wału i wirnika sprężarki. Głównymi problemami są popularnie nazywane przez praktyków zjawiska: „turbodziura" i „pompowanie". „Turbodziura" jest czasem zwłoki między akcją zwiększenia obciążenia a reakcją silnika, czyli - opóźnieniem między chwilowym wydatkiem spalin a występującym w tym momencie zapotrzebowaniem powietrza. Wynika z bezwładności masy wirujących elementów turbosprężarki oraz objętości kanałów dolotowych powietrza i chłodnicy pośredniej, wbudowanej do kanału dolotowego między turbiną a kolektorem ssącym. „Pompowanie" – w silniku o zapłonie iskrowym ZI

występuje po zamknięciu przepustnicy powietrza, co powoduje wzrost ciśnienia w kanale dolotowym po tłocznej stronie sprężarki, natomiast za przepustnicą następuje spadek ciśnienia i temperatury mieszanki poniżej temperatury zapłonu; paliwo z ubogiej mieszanki spala się detonacjami w układzie wydechowym. W silniku z zapłonem samoczynnym ZS występuje wzrost ciśnienia i temperatury w komorach spalania z jednoczesnym zubożeniem mieszanki małą dawką paliwa. „Pompowanie" w silniku z zapłonem iskrowym ZI eliminowane jest najczęściej przez zastosowanie kanału bocznikowego, który wyprowadzony jest z kanału dolotowego za sprężarką i ewentualnie chłodnicą pośrednią oraz zwrotnie przyłączonego przed sprężarkę. W kanale bocznikowym zabudowany jest zawór cyrkulacyjny, sterowany dwupozycyjnym siłownikiem elektromagnetycznym przez sygnał czujnika przepływu powietrza w kanale dolotowym. Rozwiązanie takie przedstawione jest między innymi w opisie europejskiego patentu PL/EP1941138B1, z zaworem cyrkulacyjnym o konstrukcji wyrównującej ciśnienie po obu stronach elementu odcinającego, z korzystnym obniżeniem siły otwierania elektromagnesu. W silniku z zapłonem samoczynnym ZS przy zmniejszeniu dawki paliwa, wbudowany w kanał dolotowy za sprężarką zawór upustowy uwalnia nadciśnienie do atmosfery. W obu przypadkach działanie zaworów zmniejsza nagłe obciążenie sprężarki skokowym wzrostem ciśnienia po stronie tłocznej, co pozwala na utrzymanie relatywnie wysokich obrotów turbiny podczas pracy z otwartym zaworem oraz zmniejszenie energii i czasu zwiększania prędkości obrotowej sprężarki po zwiększeniu obciążenia. Oprócz powyżej opisanych rozwiązań usprawniających działanie turbosprężarki w tłokowym silniku spalinowym, znane są również rozwiązania wykorzystujące technikę cyfrową do sterowania przepływami

gazów spalinowych i powietrza przez turbosprężarkę na podstawie oprogramowanej analizy parametrów pracy silnika. Przykładowo wymienić można rozwiązania przedstawione w opisach patentowych PL/EP1741895B1, PL/EP2488732B1, PL167486B1.

W polskim zgłoszeniu patentowym P.435784, ujawniony został sposób sterowania prędkością obrotową turbosprężarki, doładowującej tłokowy silnik spalinowy, przy czym sterowanie to realizowane jest w układzie zawierającym kanał dolotowy i kanał bocznikowy, posiadający zawór cyrkulacyjny, wyprowadzony z kanału dolotowego za sprężarką i chłodnicą pośrednią i zwrotnie przyłączony do kanału dolotowego przed sprężarką. W kanale bocznikowym znajduje się zawór cyrkulacyjny sterowany siłownikiem elektrycznym według sygnału wyjścia z cyfrowego układu obliczeniowego, sygnału który wyznaczony jest przez oprogramowanie przetwarzające sygnały wejścia parametrów pracy silnika, w tym od wbudowanych w kanał dolotowy: czujnika przepływu powietrza w silniku z zapłonem iskrowym ZI lub czujnika ciśnienia w silniku z zapłonem samoczynnym ZS.

Przedmiotowy wynalazek rozwiązuje problem techniczny, występujący w silnikach wyposażonych w sprężarki, a szczególnie turbosprężarki, który polega na tym, że pojawia się opóźnienie, tzw. „turbo dziura" (z j. ang.: „turbo lag"), pomiędzy naciśnięciem pedału przyspieszenia, a reakcją silnika. Wynika to z bezwładności sprężarki/turbosprężarki, objętości kanałów dolotowych powietrza oraz chłodnicy pomiędzy turbiną a wlotem do cylindrów silnika. Dla odpowiedniej pracy turbosprężarki w celu wytworzenia właściwego

ciśnienia doładowania, konieczne jest spalenie pewnej dodatkowej dawki paliwa aby uzyskać spaliny do napędu turbosprężarki.

Układ dolotowy powietrza do silnika spalinowego pojazdu, zawiera kanał dolotowy i kanał bocznikowy, przy czym kanał bocznikowy wyprowadzony jest z kanału dolotowego za sprężarką i chłodnicą powietrza doładowującego, a przed czujnikiem ciśnienia w silniku z zapłonem iskrowym ZI lub przed przepustnicą w silniku z zapłonem samoczynnym ZS i zwrotnie przyłączony do kanału dolotowego przed sprężarką, zaś w kanale bocznikowym znajduje się zawór cyrkulacyjny połączony w sposób przewodowy lub bezprzewodowy z cyfrowym układem obliczeniowo-sterującym, a jego istota polega na tym, że zawór cyrkulacyjny stanowi zawór recyrkulacji spalin EGR, a cyfrowy układ obliczeniowo-sterujący stanowi elektroniczny moduł kontrolny ECU pojazdu.

Korzystnym jest gdy układ obliczeniowo-sterujący posiada oprogramowanie i nastawy wartości progowych zaworu cyrkulacyjnego, takie same, jak dla trybu pracy zaworu recyrkulacji spalin EGR, zainstalowanego na przewodzie łączącym pierwotnie kanał wylotowy z kanałem dolotowym.

W celu uniknięcia zaburzeń pracy silnika, korzystnym jest, aby kanał bocznikowy był zwrotnie przyłączony do kanału dolotowego pomiędzy sprężarką a czujnikiem przepływu powietrza lub czujnikiem ciśnienia doładowania.

Zaletą zastosowania wynalazku jest utrzymywanie cały czas turbosprężarki na relatywnie wysokich obrotach w zakresie biegu jałowego, małego lub średniego obciążenia silnika, co nie wymaga jej

rozpędzania gdy wystąpi zapotrzebowanie na większa moc, czyli większe ciśnienie doładowania. Pozwala to na szybsze uzyskanie wymaganej mocy silnika, czyli redukuje tzw. „turbo dziurę". Dodatkową zaletą zastosowania zaworu recyrkulacji spalin EGR jako zaworu cyrkulacyjnego powietrza według wynalazku jest to, iż powietrze krążące w obiegu zamkniętym (sprężarka, chłodnica, kanał bocznikowy z zaworem EGR, sprężarka) wielokrotnie przechodzi przez chłodnicę co pozwala na głębsze jego schłodzenie, a w konsekwencji - obniżenie temperatury powietrza doładowania, co skutkuje zwiększeniem mocy silnika i jego sprawności.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony w przykładzie wykonana na rysunku, na którym fig. 1 przestawia w uproszczeniu układ dolotowy powietrza do silnika spalinowego z zapłonem iskrowym ZI, a Fig.2 - układ dolotowy powietrza do silnika spalinowego z zapłonem samoczynnym ZS.

Układ dolotowy powietrza do silnika spalinowego z zapłonem iskrowym ZI (fig 1.) zawiera kanał bocznikowy 1, łączący kolektor ssący 2 z kanałem dolotowym 3 powietrza. Na bocznikowym przewodzie 1 zainstalowany jest zawór cyrkulacyjny 4 ze sterowaniem elektromagnetycznym, który pierwotnie pełnił w układzie funkcję zaworu recyrkulacji spalin EGR. Na kanale dolotowym 3 powietrza, od strony wlotu powietrza, znajduje się sprężarka 5, a następnie chłodnica 6 powietrza doładowującego oraz przepustnica 8a, połączona z elektronicznym modułem kontrolnym pojazdu ECU. Kanał bocznikowy 1 wyprowadzony jest z kanału dolotowego 3 za sprężarką 5 i chłodnicą 6 powietrza doładowującego, a przed przepustnicą 8a i zwrotnie przyłączony do kanału dolotowego 3 pomiędzy sprężarką 5 a czujnikiem przepływu powietrza, nie uwidocznionym na rysunku. Zawór cyrkulacyjny 4, połączony jest

przewodem sygnałowym z nie uwidocznionym na rysunku, cyfrowym układem obliczeniowo-sterującym, który stanowi elektroniczny moduł kontrolny ECU pojazdu, posiadający oprogramowanie oraz nastawy wartości progowych zaworu cyrkulacyjnego 5, takie same, jak dla trybu pracy zaworu recyrkulacji spalin EGR, zainstalowanego oryginalnie na przewodzie łączącym kanał wylotowy 11 spalin z kanałem dolotowym 3 powietrza. Kanał wylotowy 11 spalin połączony jest w jednej strony z kolektorem wylotowym 9 spalin i zaopatrzony jest w turbinę 10, połączoną wspólnym wałem ze sprężarką 5.

W drugim przykładzie układu dolotowego powietrza do silnika spalinowego z zapłonem samoczynnym ZS (fig 2.), różnica polega na tym, iż kanał bocznikowy 1 wyprowadzony jest z kanału dolotowego 3 za sprężarką 5 i chłodnicą 6 powietrza doładowującego, a przed czujnikiem ciśnienia 8b i zwrotnie przyłączony do kanału dolotowego przed sprężarką 5.

Działanie układu dolotowego powietrza do silnika spalinowego pojazdu polega na tym, że zawór EGR, pełniący rolę zaworu cyrkulacyjnego 4 częściowo przejmuje funkcję sterowania ciśnieniem doładowania silnika 7 spalinowego. W standardowym układzie z recyrkulacją spalin, zawór recyrkulacji spalin EGR, przy małych obciążeniach silnika oraz na biegu jałowym, otwiera się w celu podania dawki spalin do cylindrów, co ma na celu zmniejszenie ilości tlenków azotu w spalinach. W przedmiotowym wynalazku, zawór EGR również jest otwarty całkowicie lub częściowo przy niepełnym obciążeniu silnika oraz przy pracy na biegu jałowym, dzięki takiemu samemu sterowaniu przez elektroniczny moduł kontrolny ECU pojazdu. Przy otwarciu zaworu EGR następuje przepływ powietrza

w przeciwnym kierunku niż w normalnie działającym zaworze EGR płyną spaliny. Przy otwartym zaworze EGR (małe obciążenie, bieg jałowy) część powietrza jest zawracana przez zawór EGR przed sprężarkę 5. Sprężarka 5 ma mniejszy opór, a zatem pracuje na wyższych obrotach, przy większym przepływie, czyli z większą sprawnością. Część powietrza wymagana przez silnik 7, jest zabierana z filtra powietrza i dostarczana do cylindrów, a pozostała cześć krąży w obiegu zamkniętym obwodu cyrkulacyjnego: sprężarka 5 – chłodnica 6 - zawór cyrkulacyjny 4 i jest cały czas chłodzona, a w momencie zamknięcia zaworu cyrkulacyjnego 4 swoją bezwładnością oraz bezwładnością rozpędzonej turbosprężarki szybko zwiększa się ciśnienie w kanale dolotowym 3, ponieważ nie ma konieczności pokonania dużej bezwładności słupa powietrza i rozpędzania turbosprężarki 5 gdyż już posiada większe prędkości obrotowe.

Ponieważ element wykonawczy sterowania przepływem powietrza w układzie dolotowym - zawór cyrkulacyjny 4, stanowi zawór EGR standardowo stosowany w danej jednostce napędowej, nie wymaga on żadnej modyfikacji a jedynie zaślepienia kanału wylotowego 11 spalin z kolektora wydechowego 9 spalin w kierunku zaworu EGR, zaś wejście spalin do zaworu EGR należy połączyć z trójnikiem znajdującym się w kanale dolotowym 3 powietrza, pomiędzy filtrem powietrza a sprężarką 5. Zawór EGR jest sterowany z układu systemu kontroli stanu pracy silnika, analizującego następujące parametry: obroty silnika i ich zmianę, położenie pedału przyspieszenia i sprzęgła, ciśnienie doładowania i przepływ powietrza do silnika, przy czym jest możliwa również pewna modyfikacja progów zamknięcia i otwarcia zaworu EGR pracującego jako zawór cyrkulacyjny 4 powietrza doładowania silnika 1 spalinowego. Połączenie kanału bocznikowego 1 po drugiej stronie zaworu EGR

pozostaje bez zmian i jest generalnie jak najbliżej kolektora ssącego 2. W ten sposób następuje utworzenie obwodu cyrkulacyjnego, który omija elementy, umożliwiające ECU wyliczenie masy powietrza podawanej do silnika, takie jak przepływomierz lub czujnik ciśnienia doładowania, aby nie została zaburzona praca silnika.

ZASTRZEŻENIA PATENTOWE

1. Układ dolotowy powietrza do silnika spalinowego pojazdu, zawierający kanał dolotowy i kanał bocznikowy, przy czym kanał bocznikowy wyprowadzony jest z kanału dolotowego za sprężarką i chłodnicą powietrza doładowującego, a przed czujnikiem ciśnienia w silniku z zapłonem iskrowym ZI lub przed przepustnicą w silniku z zapłonem samoczynnym ZS i zwrotnie przyłączony do kanału dolotowego przed sprężarką, zaś w kanale bocznikowym znajduje się zawór cyrkulacyjny połączony w sposób przewodowy lub bezprzewodowy z cyfrowym układem obliczeniowo-sterującym, **znamienny tym**, że zawór cyrkulacyjny (4) stanowi zawór recyrkulacji spalin EGR, a cyfrowy układ obliczeniowo-sterujący stanowi elektroniczny moduł kontrolny ECU pojazdu.
2. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że układ obliczeniowo-sterujący posiada oprogramowanie i nastawy wartości progowych zaworu cyrkulacyjnego (4), takie same, jak dla trybu pracy zaworu recyrkulacji spalin EGR, zainstalowanego na przewodzie łączącym kanał wylotowy (11) z kanałem dolotowym (3).
3. Układ według zastrz. 1, znamienny tym, że kanał bocznikowy (1) jest zwrotnie przyłączony do kanału dolotowego (3), pomiędzy sprężarką (5) a czujnikiem przepływu powietrza lub czujnikiem ciśnienia doładowania.

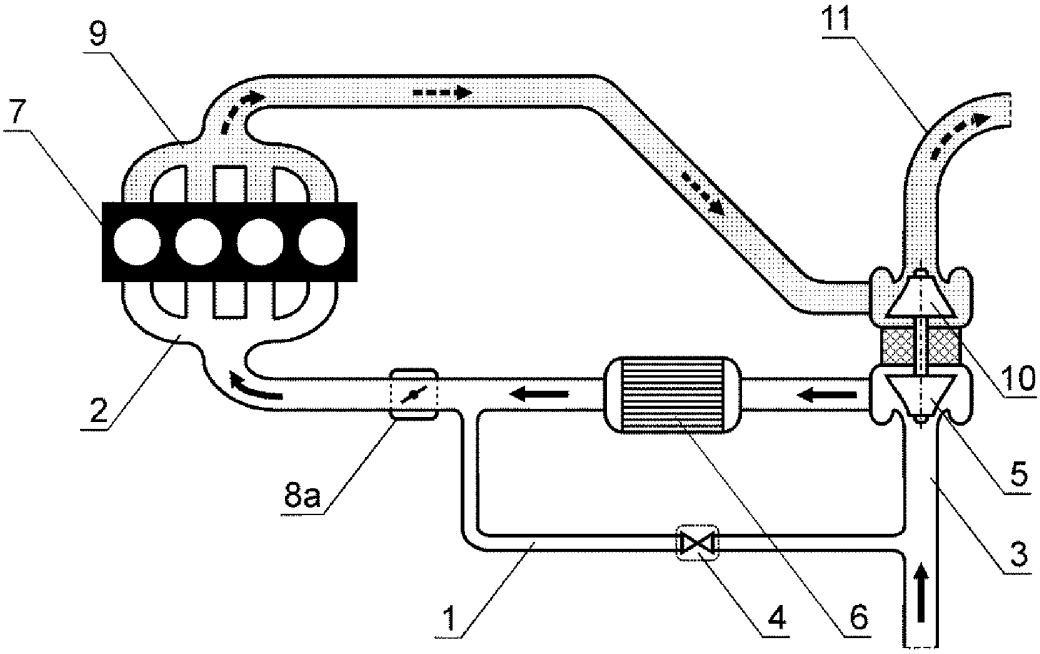


Fig. 1

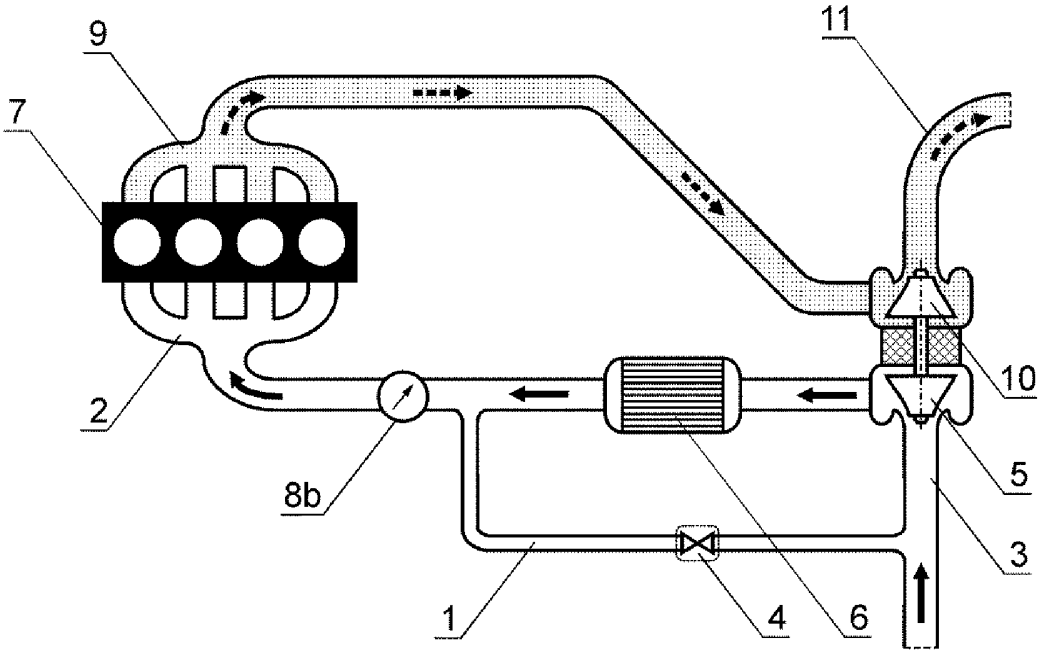


Fig. 2

URZĄD PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

al. Niepodległości 188/192
00-950 Warszawa, skr. poczt. 203
tel.: (+48) 22 579 05 55 | fax: (+48) 22 579 00 01
e-mail: kontakt@uprp.gov.pl | www.uprp.gov.pl

SPRAWOZDANIE O STANIE TECHNIKI ZGŁOSZENIA NR P.440054

Klasyfikacja zgłoszenia: F02D 21/08 (2006.01); F02M 26/52 (2006.01)

Poszukiwania prowadzone w klasach: F02

Bazy komputerowe, w których prowadzono poszukiwania:
epodoc; espacenet, depatisnet, uprp

Kategoria dokumentu	Dokumenty – z podaną identyfikacją	Odniesienie do zastrz.
Y	JPH033957 A TOYOTA MOTOR CORP 1991-01-10	1
Y	WO0214674 A1 MITSUBISHI DENKI, MITSUBISHI ELECTRIC CORP 2002-02-21	1

☐ Dalszy ciąg wykazu dokumentów na następnej stronie

A – dokument określający ogólny stan techniki, który nie jest uważany za posiadający szczególne znaczenie,
E – dokument stanowiący wcześniejsze zgłoszenie lub patent, ale opublikowany w lub po dacie zgłoszenia,
L – dokument, który może poddawać w wątpliwość zastrzegane pierwszeństwo(-wa), lub przytoczony w celu ustalenia daty publikacji innego cytowanego dokumentu lub z innego szczególnego powodu,
O – dokument odnoszący się do ujawnienia ustnego przez zastosowanie, wystawienie lub ujawnienie w inny sposób,
P – dokument opublikowany przed datą zgłoszenia, ale później niż zastrzegana data pierwszeństwa,
T – dokument późniejszy, opublikowany po dacie zgłoszenia lub w dacie pierwszeństwa i niebędący w konflikcie ze zgłoszeniem, ale cytowany w celu zrozumienia zasad lub teorii leżących u podstaw wynalazku,
X – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za nowy lub nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument brany jest pod uwagę samodzielnie,
Y – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument zostanie połączony z jednym lub kilkoma tego typu dokumentami, a takie połączenie będzie oczywiste dla znawcy,
& – dokument należący do tej samej rodziny patentowej.

Sprawozdanie wykonał/-a: Maciej Klebba data 30.08.2022r.

/-podpisano kwalifikowanym podpisem elektronicznym-/
Pismo wydane w formie dokumentu elektronicznego

Uwagi do zgłoszenia

Sprawozdanie zostało wykonane w oparciu o wersję zastrzeżeń patentowych z 2021-12-31