

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 241978 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **435788**

(22) Data zgłoszenia: **2020.10.27**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.05.02 BUP 18/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.01.02 WUP 01/2023**

(51) MKP:

G01N 3/08 (2006.01)

G01N 3/02 (2006.01)

- (73) Uprawniony z patentu:
**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**
- (72) Twórca(-y) wynalazku:
**PAWEŁ KAMIŃSKI, Bolechowice, PL
KATARZYNA CYRAN, Kraków, PL
TOMASZ TOBOŁA, Kraków, PL**
- (74) Pełnomocnik:
Patrycja Rosół, Kraków, PL

(54) Tytuł:

Urządzenie do testowania własności mechanicznych kryształów przy jednoczesnej obserwacji, zwłaszcza pod mikroskopem

PL 241978 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do testowania własności mechanicznych kryształów przy jednoczesnej obserwacji. Obserwacja może być prowadzona za pomocą mikroskopów różnego rodzaju lub innych przyrządów. Podstawowymi obszarami techniki, dla których jest przeznaczony wynalazek, są testy wytrzymałościowe i reologiczne, mineralogia i petrografia. Proponowane rozwiązanie służy do testowania na przykład monokryształów halitu, naturalnych i sztucznych, lub preparatów wykonanych z materiałów przezroczystych oraz nieprzezroczystych, takich jak monokryształy, próbki skał naturalnych, materiały sztuczne w formie prostopadłościanów. Są one testowane w warunkach jednoosiowego stanu naprężeń w różnych warunkach obciążenia.

Urządzenie jest przeznaczone do wykorzystania w badaniach:

- wytrzymałości pojedynczych kryształów lub innych materiałów na jednoosiowe ściskanie przy jednoczesnej obserwacji zwłaszcza pod mikroskopem.
- pełzania pojedynczych kryształów innych materiałów w jednoosiowym stanie naprężenia w różnych warunkach obciążania oraz obserwacji zwłaszcza pod mikroskopem.
- relaksacji pojedynczych kryształów innych materiałów w jednoosiowym stanie naprężenia, w różnych warunkach obciążania, oraz obserwacji zwłaszcza pod mikroskopem.
- dwójłomności indukowanej w kryształach i materiałach optycznie izotropowych.
- gęstości dyslokacji kryształów na przykład halitu.

Na podstawie dostępnej literatury poniżej krótko scharakteryzowano urządzenia służące do wykonywania testów wytrzymałościowych pojedynczych kryształów oraz rozwiązania, w których wykorzystano obserwacje pod mikroskopem oraz scharakteryzowano różnice pomiędzy nimi, a proponowanym w tym wynalazku rozwiązaniem.

B. Martin, K. Roller, B. Stockhert, 1999, Low-stress pressure solution experiments on halite single-crystals. *Tectonophysics* 308, 299–310. W artykule opisano eksperyment jednoosiowego ściskania pojedynczego kryształu halitu w środowisku nasyconej solanki. Urządzenie daje możliwość przeprowadzania testów wytrzymałości na ściskanie pojedynczego kryształu. Ze względu na zastosowany sposób obciążania urządzenie pracuje tylko w pozycji pionowej.

P. A. Shade, R. Wheeler, Y. S. Choi, M. D. Uchic, D. M. Dimiduk, H. L. Fraser, 2009, A combined experimental and simulation study to examine lateral constraint effects on microcompression of single-slip oriented single crystals. *Acta Materialia* 57, 4580–4587. W artykule opisano urządzenie do przeprowadzania testów jednoosiowego ściskania i rozciągania dla próbek o wielkości kilku mikrometrów. Przedstawione w artykule urządzenie może pracować wewnątrz mikroskopu scanningowego (SEM), jest montowane do mikroskopu na stałe i służy do pomiarów *in situ*.

L. Zhu, X. Fu, J. Yan, J. Liu, 2013, A Uniaxial Loading Device for Studying Mechanoresponses of Single Plant Cell. *Engineering*, 2013, 5, 416–419. W artykule opisano urządzenie do prowadzenia testów ściskania pojedynczych komórek roślinnych (pyłków) siłą poniżej 300 mN. Przedstawione w artykule urządzenie może pracować z mikroskopem, ale jest małe, ma inną konstrukcję niż opisane w przedstawianym wynalazku.

Znane są liczne przyrządy do badań wytrzymałości materiałów, stosowane jednak do innych badań i o innej konstrukcji.

Urządzenie do testowania własności mechanicznych kryształów przy jednoczesnej obserwacji zawiera konstrukcję z elementami obciążania próbki oraz czujnik pomiarowy połączony z miernikiem odkształceń.

Istotą jest to, że elementami obciążania są ruchome prowadnice zamontowane na płaskim korpusie wzdłużnie, osiowo po dwóch stronach przestrzeni na usytuowanie próbki. Po jednej stronie tej przestrzeni na próbkę umieszczona jest ruchoma prowadnica mechanizmu obciążania, a po przeciwnej stronie prowadnica pomiarowa z czujnikiem pomiarowym. Prowadnica mechanizmu obciążania i prowadnica pomiarowa od strony przylegającej do próbki wyposażone są w przekładki eliminujące naprężenia.

Korzystnie urządzenie ma wzdłuż wnętrza korpusu prowadnice boczne. Prowadnice te mają kształt dopasowany do kształtu przekładek i po nich przesuwają się przekładki eliminujące naprężenia.

Korzystnie korpus jest trwale połączony z płytą.

Korzystnie płaski korpus urządzenia ma gabaryty dostosowane do wielkości stolika mikroskopu.

Korzystnie gabaryty płyty dopasowane są kształtem do stolika mikroskopu.

Korzystnie korpus w środkowej części przeznaczony na umieszczanie próbki, ma przezroczyste okienko.

Korzystnie płyta w środkowej części odpowiadającej umieszczeniu próbki ma wycięte okienko
Korzystnie czujnik pomiarowy jest czujnikiem tensometrycznym z układem pomiarowym, stanowiąc miernik odkształceń.

Zaletą urządzenia jest pomiar odkształceń bezpośrednio w próbce przez zainstalowanie czujnika, co daje wyższą precyzję niż analiza obrazów. Rozwiązanie umożliwia pomiar odkształceń w dwóch kierunkach podczas ściskania próbek oraz dodatkowo możliwe są pomiary pełzania i relaksacji dla materiałów o własnościach plastycznych. Ponadto wymiary próbek mogą się zmieniać w zakresie kilku mm, co umożliwia badanie zarówno pojedynczych kryształów jak i próbek składających się z kilku czy kilkunastu małych kryształów. Obciążenie próbki można zmieniać i utrzymywać na tym samym poziomie.

Wynalazek może być wykorzystywany z mikroskopami różnego typu czy innym urządzeniem, na przykład w spektroskopii ramanowskiej. Wymiary i kształt urządzenia są dopasowane do stolika mikroskopu oraz zapewniają możliwość pomiaru siły i odkształceń. Urządzenie umożliwia prowadzenie testów kryształów i innych materiałów, także poza mikroskopem, ponieważ urządzenie nie wymaga przymocowania na stałe do stolika mikroskopu.

Zaletą jest też konstrukcja prowadnic zapobiegająca powstaniu momentu skręcającego przy większych obciążeniach. Przekładki eliminują naprężenia i powodują równomierne rozłożenie obciążania na próbce.

Przedmiot wynalazku, w przykładach wykonania, uwidoczniony jest na rysunku.

Fig. 1 jest schematycznym widokiem ukośnym urządzenia do testowania własności mechanicznych kryształów. Przykład 1.

Fig. 2 jest schematycznym przekrojem poziomym na wysokości prowadnic, powyżej płyty. Przykład 1.

Fig. 3 jest schematycznym widokiem ukośnym urządzenia do testowania własności mechanicznych kryształów. Przykład 2.

Fig. 4 jest schematycznym przekrojem pionowym w miejscu usytuowania testowanej próbki. Przykład 2.

Fig. 5 pokazuje poglądowo urządzenie, według wynalazku, oraz mikroskop przeznaczony do jednoczesnej obserwacji i układ elektroniczny.

Fig. 6 pokazuje schematycznie stanowisko do testowania własności mechanicznych kryształów przy jednoczesnej obserwacji pod mikroskopem.

Typowym zastosowaniem urządzenia UT, według wynalazku, jest testowanie własności mechanicznych kryształów przy jednoczesnej obserwacji pod mikroskopem M, w połączeniu z układem elektronicznym UE wspomagającym pomiary. Do testowania wykorzystywany jest miernik odkształceń wspomagany komputerowo.

Przykład 1.

Urządzenie zamontowane jest na płaskim korpusie 1, który dodatkowo posiada, połączoną z nim, płytę 8 w kształcie ośmiokąta. Gabaryty płyty dostosowane są do wielkości stolika mikroskopu. Elementami realizującymi obciążanie próbki 10 są ruchome prowadnice 2; 3 usytuowane wzdłużnie, osiowo po dwóch stronach przestrzeni na próbkę 10. Po jednej stronie tej przestrzeni na próbkę 10 umieszczona jest ruchoma prowadnica mechanizmu obciążenia 2 zakończona pokrętką 9. Po przeciwnej stronie usytuowana jest prowadnica pomiarowa 3 z tensometrycznym czujnikiem pomiarowym 4. Ponadto od strony przylegającej do próbki 10 obie prowadnice 2; 3 wyposażone są w przekładki 5 eliminujące naprężenia. Przekładki wykonane są z twardego metalu. Korpus 1 i płyta 8 w środkowej części, przeznaczonej na umieszczanie próbki 10, ma wycięte okienko 7. Okienko umożliwia oświetlenie próbki od spodu. W przykładzie zastosowano czujnik pomiarowy 4 tensometryczny, z którego sygnał wartości obciążenia i wyniki pomiarowe są przekazywane do układu elektronicznego 12 i pokazywane na wyświetlaczu lub/i przekazywane do dalszej obróbki.

Przykład 2.

W rozwiązaniu tym, w stosunku do przykładu 1, zostały umieszczone, po dwóch stronach wzdłuż wnętrza korpusu 1, prowadnice boczne 6. Prowadnice boczne 6 zostały uformowane jako stała część korpusu 1. Po nich przesuwają się przekładki 5 wyposażone w wycięcia odpowiadające kształtem tym prowadnicom bocznym 6.

Wykaz oznaczeń na rysunku

oznacz.	nazwa
UT	urządzenie testujące
M	mikroskop
UE	układ elektroniczny
1	korpus
2	przewodnica mechanizmu obciążania
3	przewodnica pomiarowa
4	czujnik pomiarowy
5	przekładki
6	przewodnice boczne
7	okienko
8	płyta
9	pokrętło mechanizmu obciążania
10	próbka
11	stolik mikroskopu
12	układ elektroniczny

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do testowania własności mechanicznych kryształów przy jednoczesnej obserwacji, zwłaszcza pod mikroskopem, zawierające konstrukcję z elementami obciążania próbki oraz czujnik pomiarowy połączony z miernikiem odkształceń, **znamiennie tym**, że elementami obciążania próbki (10) są ruchome przewodnice (2; 3) zamontowane na płaskim korpusie (1) wzdłużnie, osiowo po dwóch stronach przestrzeni na usytuowanie próbki (10), przy czym po jednej stronie tej przestrzeni na próbkę umieszczona jest ruchoma przewodnica mechanizmu obciążenia (2), a po przeciwnej stronie przewodnica pomiarowa (3) z czujnikiem pomiarowym (4), a ponadto od strony przylegającej do próbki (10) przewodnica mechanizmu obciążenia (2) i przewodnica pomiarowa (3) wyposażone są w przekładki (5) eliminujące naprężenia.
2. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że ma wzdłuż wnętrza korpusu (1) przewodnice boczne (6), dopasowane kształtem do przekładek (5) eliminujących naprężenia.
3. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że korpus (1) jest trwale połączony z płytą (8).
4. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że korpus (1) urządzenia ma gabaryty dostosowane do wielkości stolika (11) mikroskopu.
5. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że gabaryty płyty (8) dopasowane są kształtem do stolika (11) mikroskopu.

6. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że korpus (1) w środkowej części przeznaczony na umieszczanie próbki (10), ma przezroczyste okienko (7).
7. Urządzenie, według zastrz. 6, **znamiennie tym**, że płyta w środkowej części ma wycięcie odpowiadające okienku (7) w korpusie (1).
8. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że czujnik pomiarowy (4) jest czujnikiem tensometrycznym z układem pomiarowym.

Rysunki

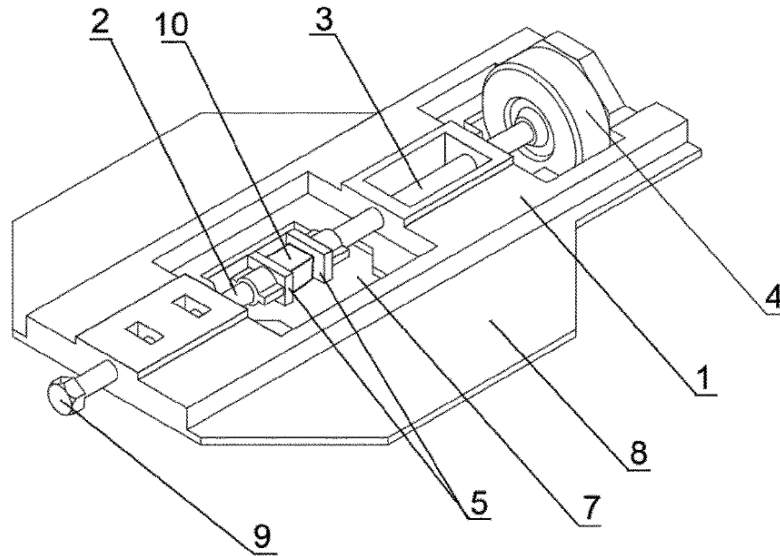


Fig. 1

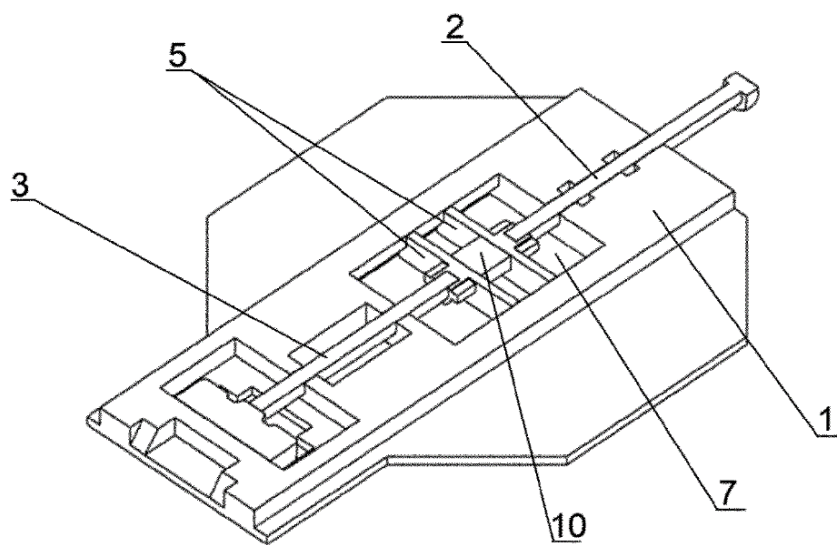


Fig. 2

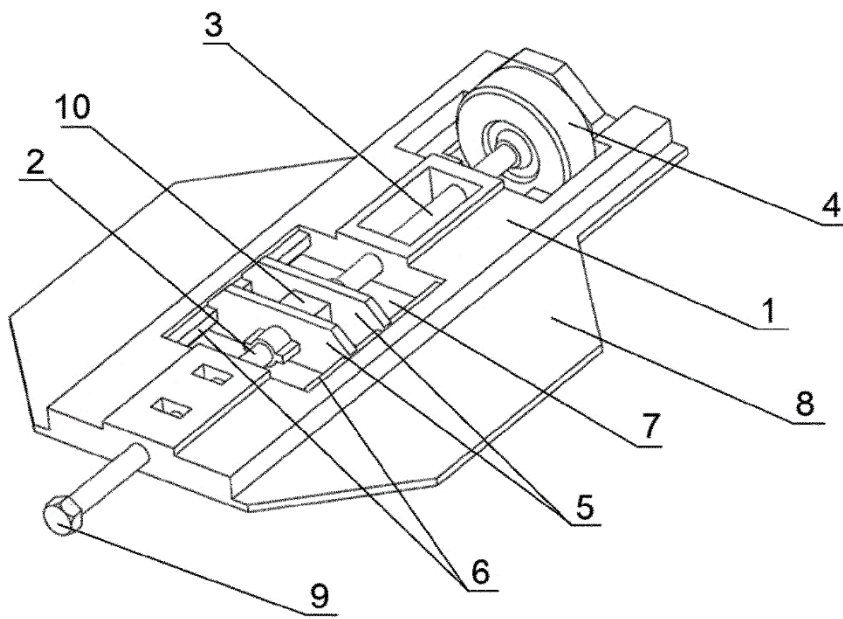


Fig. 3

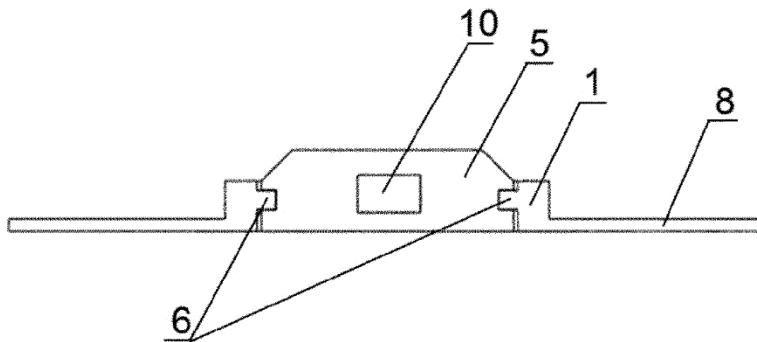


Fig. 4

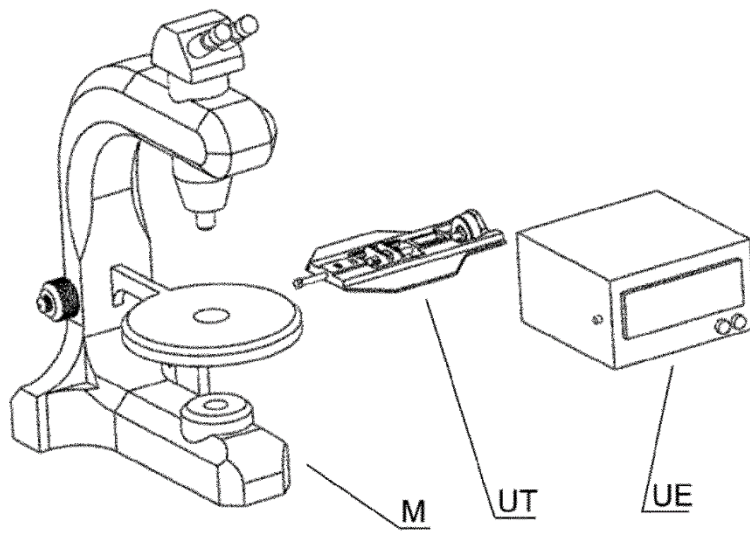


Fig. 5

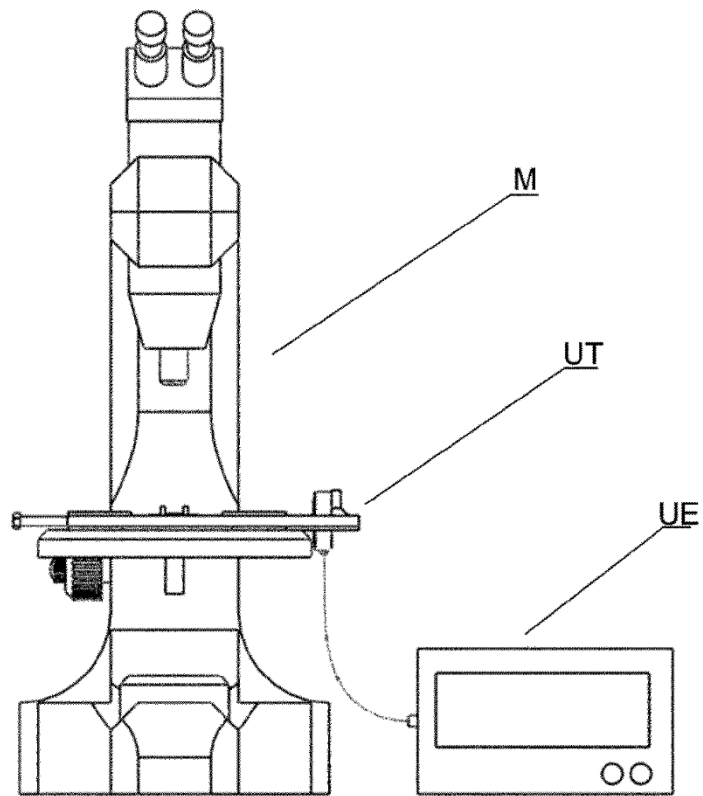


Fig. 6