

BOGUSŁAW ZIĘBOWICZ

Politechnika Śląska

ORCID: 0000-0001-9407-7129

Czy można zobaczyć dźwięk? Jak zużywa się muzyka zapisana na płycie gramofonowej?

Streszczenie

Punktem wyjścia artykułu są rozważania na temat ścieżki dźwiękowej do filmu Koreyoshi Kurahary *Antarctica*. Refleksje związane z ulubioną muzyką prowadzą do pytania, jak zużywa się zapis na płycie gramofonowej. Autor przedstawia sposób działania skaningowego mikroskopu elektronowego, umożliwiającego ogląd płyty w dużym powiększeniu, a także objaśnia, w jaki sposób powstaje dźwięk. Omawia także materiały, z jakich wykonuje się płyty gramofonowe i analizuje korelacje pomiędzy uszkodzeniami a jakością odtwarzania.

Słowa kluczowe

płyta gramofonowa, winyl, skaningowy mikroskop elektronowy, gramofon, dźwięk

Każdy z nas ma swoją ulubioną muzykę. Ja mam jej wiele i lubię kolekcjonować ją na płytach gramofonowych. To moje hobby od czterdziestu lat. Proszę, przeczytajcie krótki tekst o jednej z nich. Będzie to punkt wyjścia do dalszych rozważań.

Najzimniejsza płyta na świecie – Vangelis, *Antarctica* (1983)

Tak! Z tej płyty bije mróz, białe oblicze Antarktyki, jakaś tajemna moc tego lodowego pustkowia. Po raz pierwszy usłyszałem ją w radiowej Trójce, w audycji Jerzego Kordowicza – nic szczególnego, prawda? Taką historyjkę może opowiedzieć wielu z Was – o jakiejś piosence, płycie usłyszanej w radiu, w Trójce, że ona coś w Waszym życiu zmieniła... Ale ja ją opowiem mimo wszystko! Bo jest moja, bo jak wiele takich wydarzeń zmieniła moje muzyczne życie – i nie tylko muzyczne. Pamiętam, że płyta ta była na pierwszym miejscu zestawienia najlepszych płyt z muzyką elektroniczną, ułożonego przez słuchaczy Trójki. Był rok 1987, może 1988. Miałem 14, może 15 lat. Muzykę chłonałem jak gąbka wodę. Wtedy mój umysł otworzył się na zawsze na piękno muzyki. Z innymi rzeczami było gorzej – umysł skutecznie zamykał się na wiele rzeczy i nie chciał się otworzyć. Do dziś niektóre jego części są zamknięte na siedem spustów i nie wiem, czy je kiedykolwiek otworzę – pożyjemy, zobaczymy. Do dziś również mam zamknięte oczy podczas słuchania *Antarktyki*. Wtedy to, prawie cztery dekady temu, po raz pierwszy w swoim życiu doznałem uczucia, że muzyką można malować obrazy – wystarczy tylko zamknąć powieki. Potem zdarzało mi się to mnóstwo razy. Przy słuchaniu muzyki zawsze widzę obrazy oczami wyobraźni.

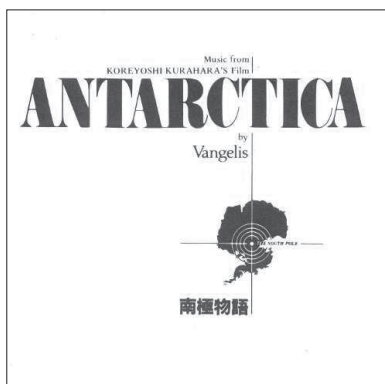
Antarctica to ścieżka dźwiękowa do filmu Japończyka Koreyoshi Kurahary (rys.1). Portal FilmMusic.pl tak streszcza fabułę filmu, którego, niestety, nie widziałem i chyba nie chcę zobaczyć – wystarczy mi muzyka i zamknięte oczy:

Antarktyka opowiada o autentycznej historii grupy badaczy biorących udział w ekspedycji na biegun południowy. Niestety, zbliżające się pogorszenie warunków pogodowych zmusza ich do pośpiesznego opuszczenia stacji badawczej i zarazem Antarktyki. Zorganizowany transport, niestety, nie przewidywał miejsca dla psów zaprzęgowych, które musiały zostać pozostawione na pastwę losu na tym surowym i nieprzyjaznym kontynencie. Od tego momentu akcja toczy się równolegle w dwóch miejscach: w Japonii – gdzie obserwujemy życie naukowców dręczonych wyrzutami sumienia; i w Antarktyce, na której widzimy zwierzęta walczące o przetrwanie. Dość prosta z samego założenia, ale jednocześnie przejmująca historia, była także dogodną okazją do ukazania tego niezwykłego miejsca i specyfiki życia na nim¹.

Vangelis to muzyczny geniusz! Nagrywał swoje płyty właściwie w jednym podejściu, rzadko kiedy dokonując poprawek. Tak było pewnie z muzyką do *Antarktyki*. Usiadł przy swoich instrumentach, zamknął oczy i zagrał. Przelał całego siebie na taśmę magnetofonową (wtedy nie nagrywało się jeszcze cyfrowo). Urodził swoje kolejne muzyczne dziecko. Spełnił się po raz kolejny jako kompozytor. Też bym tak chciał! Wyrzucić wszystko, co siedzi w człowieku na zewnątrz. Jakie to musi być wspaniałe uczucie! Wspaniałe jest także to, jak muzyką opisał klimat panujący w Arktyce: bezkresną przestrzeń, pustkę, biel, mróz. Tym ra-

¹ *Antarktyka*, <http://filmmusic.pl/index.php?act=recki&id=1746> [dostęp: 20.10.2024].

zem nie mam zamkniętych oczu – piszę ten tekst słuchając muzyki, tej muzyki. Jest ona tylko tłem do rozterek japońskich naukowców, jest obrazem, na którym toczy się akcja filmu, genialnym obrazem. Może ona żyć własnym życiem, bez filmu. To bardzo dobrze!



Rys. 1. Okładka płyty Vangelisa *Antarctica*²

Okazało się, że i ja mogę opisać słowami to, co siedzi wewnątrz mnie. Uzewnętrznilem się. Ten krótki tekst jest tego dowodem. Jestem szczęśliwy! To wspaniałe uczucie! Już wiem, jak czuł się Vangelis po skomponowaniu najzimniejszej płyty na świecie. W Londynie, gdzie mieści się jego studio nagraniowe Nemo, na pewno świeciło słońce i było bardzo zimno.

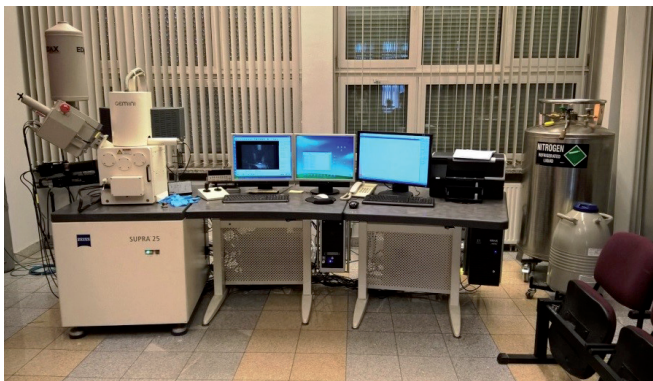
Nauka w służbie winylom

Przy pisaniu tej krótkiej recenzji jednej z wielu moich ulubionych płyt przesła-
dowało mnie pytanie, na które chciałbym w tym tekście pokrótce odpowiedzieć:
jak zużywa się muzyka zapisana na płycie gramofonowej?

W odpowiedzi na to pytanie pomocne będzie urządzenie badawcze, które po-
każe nam w dużym powiększeniu obraz używanej płyty winylowej – skaningowy
mikroskop elektronowy (rys. 2). W mikroskopach skaningowych wiązka elektro-
nów bombarduje próbkę, skanując jej powierzchnię linia po linii. Pod wpływem
wiązki elektronów próbka emituje różne sygnały (m.in. elektrony wtórne, elek-
trony wstecznie rozproszone, charakterystyczne promieniowanie rentgenowskie),
które są rejestrowane za pomocą odpowiednich detektorów, a następnie przetwa-
rzane na obraz próbki³.

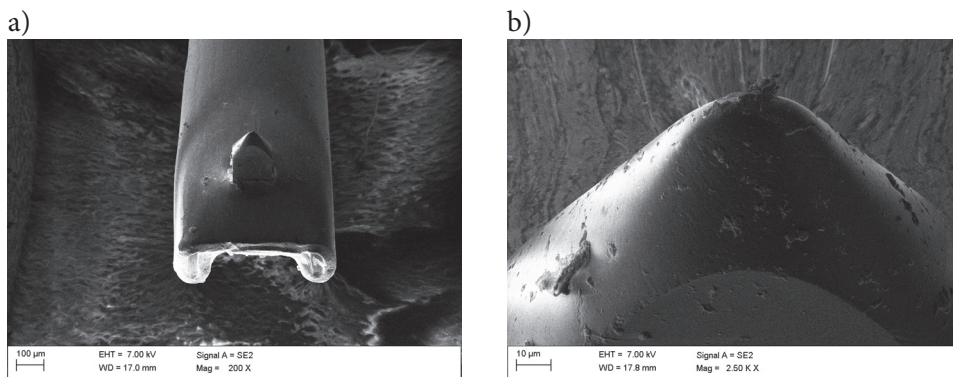
² *Antarctica*, <https://www.discogs.com/search?q=Vangelis+Antarctica&type=all> [dostęp: 20.10.2024].

³ W. Dziadur, J. Mikuła, *Mikroskopia elektronowa*, t. II: *Mikroskopia skaningowa*, Kraków 2016.



Rys. 2. Skaningowy mikroskop elektronowy Supra 25 firmy Zeiss

Aby odtworzyć dźwięk zapisany na płycie gramofonowej, potrzebny jest gramofon, którego najważniejszym elementem z naszego punktu widzenia jest igła (rys. 3). To jej ruch i związane z nim zjawisko tarcia oraz siła nacisku decydują o zużyciu płyty winylowej. Igła jest jedyną częścią gramofonu, która ma bezpośredni kontakt z płytą winylową.



Rys. 3. Widok igły Ortofon 2M Bronze z końcówką diamentową o szlifie Fine Line – obraz ze skaningowego mikroskopu elektronowego:
a) powiększenie 200x, b) powiększenie 2500x

Ważne są także materiały, z których zrobiona jest igła oraz płyta – szafir lub diament oraz polichlorek winylu.

Szafir i diament to materiały o wyjątkowej twardości, które zużywają się dopiero po kilkuset godzinach odtwarzania płyt winylowych. Igły mają różne szlify, najczęściej sferyczny, eliptyczny lub – jak w przypadku igły użytej do badań – Fine Line. Ich szlify wpływają na sposób prowadzenia po płycie, a tym samym na jakość odtwarzanego dźwięku. Drgania igły przesuwającej się w rowku płyty winylowej

przetwarzane są na impulsy elektryczne we wkładce, do której igła jest przymocowana. W ten sposób powstaje dźwięk⁴.

Najpopularniejszym materiałem do produkcji płyt gramofonowych, niezastąpionym od końca lat 40. XX wieku, jest polichlorek winylu. Wcześniej do ich wyrobu stosowano inne materiały, m.in. szelak (odmiana żywicy naturalnej, pozyskiwana z wydzieliny owadów zwanych czerwcami) wraz z mieszkanką wypełniaczy, takich jak: talk, sadza, włókna lniane czy bawełniane (by zwiększyć właściwości wytrzymałościowe). Jakość nagrania w dużej mierze zależała od stopnia rozdrobnienia masy. Szelak jest bardzo kruchy. Ponadto płyty szelakowe mają większe odległości między rowkami ze względu na niebezpieczeństwo łatwego ich uszkodzenia, jeśli znajdowałyby się zbyt blisko siebie⁵. Polichlorek winylu to polimer syntetyczny z grupy polimerów winylowych, otrzymywany w wyniku polimeryzacji monomeru – chlorku winylu. Ma on właściwości termoplastyczne, dzięki czemu może być przetwarzany na gorąco poprzez proces prasowania. Ponadto charakteryzuje się dużą wytrzymałością mechaniczną, niską odpornością na ścieranie oraz jest odporny na działanie wielu niepolarnych rozpuszczalników, stężonych, ale także rozcieńczonych kwasów (solnego, siarkowego, azotowego) i zasad, olejów mineralnych. Powyższe cechy, jak i jego mniejsza ziarnistość w porównaniu z szelakiem, przyczyniły się do zastosowania go w produkcji płyt gramofonowych. Zastosowanie polichlorku winylu spowodowało także znaczne zmniejszenie szumu podczas odtwarzania i ograniczenie zużywania się igieł gramofonowych. Dzięki jego zastosowaniu rozwiązano również problem odległości między rowkami i dzięki temu na płycie możemy zmieścić do 40 minut muzyki. Do niezaprzeczalnych wad płyty wykonanej z PVC należy łatwość zarysowania powierzchni oraz to, że ulega on działaniu sił elektrostatycznych (płyty bardzo łatwo się elektryzują i przyciągają kurz)⁶.

Mamy zatem doskonały materiał na płytę gramofonową (polichlorek winylu) oraz idealne urządzenie (gramofon), które od końca lat 80. XIX wieku dzięki Emilowi Berlinerowi służy nam w takiej samej formie konstrukcyjnej⁷.

Jeżeli będziemy dbać o kondycję igły gramofonowej, o jej optymalny nacisk oraz o to, aby na płycie nie osadzał się kurz, a także jeśli zminimalizujemy możliwość jej zarysowania, będziemy cieszyć się z dobrej jakości dźwięku przez wiele jej odtworzeń. A ile to jest wiele? Myślę, że co najmniej kilkaset.

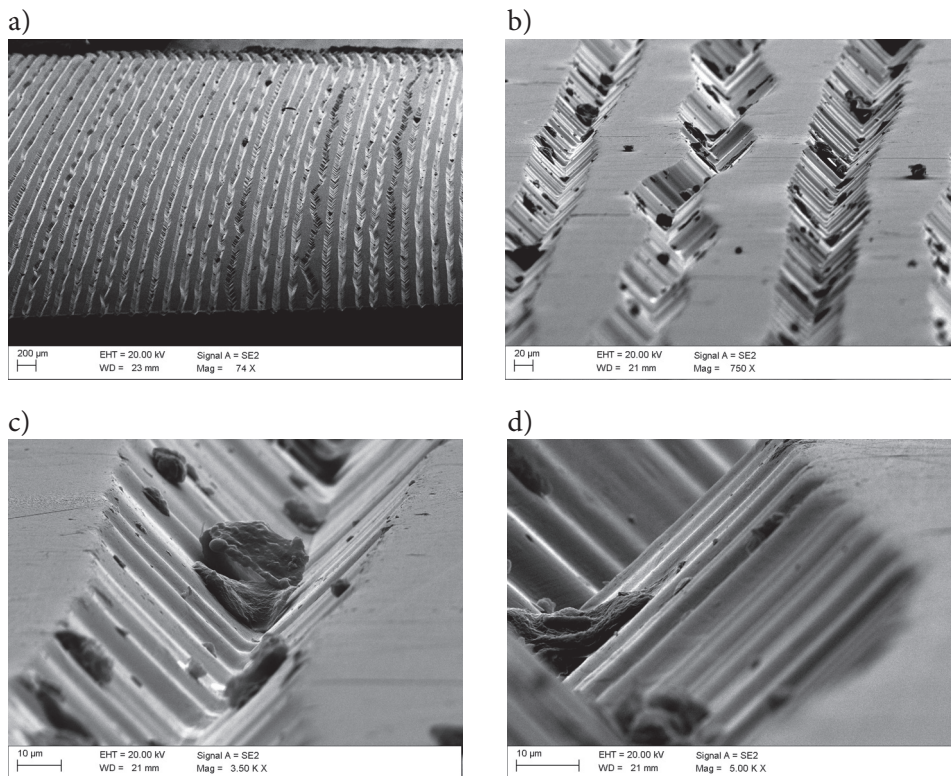
Jak wygląda pod mikroskopem płyta winylowa odtwarzana około 300 razy?

⁴Zob. *Igły we wkładkach gramofonowych*, <https://www.hifi.pl/porady/gramofony-igly.php> [dostęp: 31.10.2024]; *Wkładki gramofonowe*, <https://www.rms.pl/baza-wiedzy/255-wkladki-gramofonowe-gramofony-poradnik> [dostęp: 30.10.2024]; W. Łopot, *Diament. Praktikum gemmologiczne*, Katowice 2003.

⁵*Gramophone record*, https://en.wikipedia.org/wiki/Gramophone_record [dostęp: 30.10.2024].

⁶Zob. M. Anniss, P. Fuller, *Winyle. Podręcznik miłośnika winylów*, Warszawa 2019; Ź. Brocka-Krzemińska, E. Gottfried, *Materiały polimerowe*, Warszawa 2016; T. Olszewski, *Książka o winylach*, Katowice 2023.

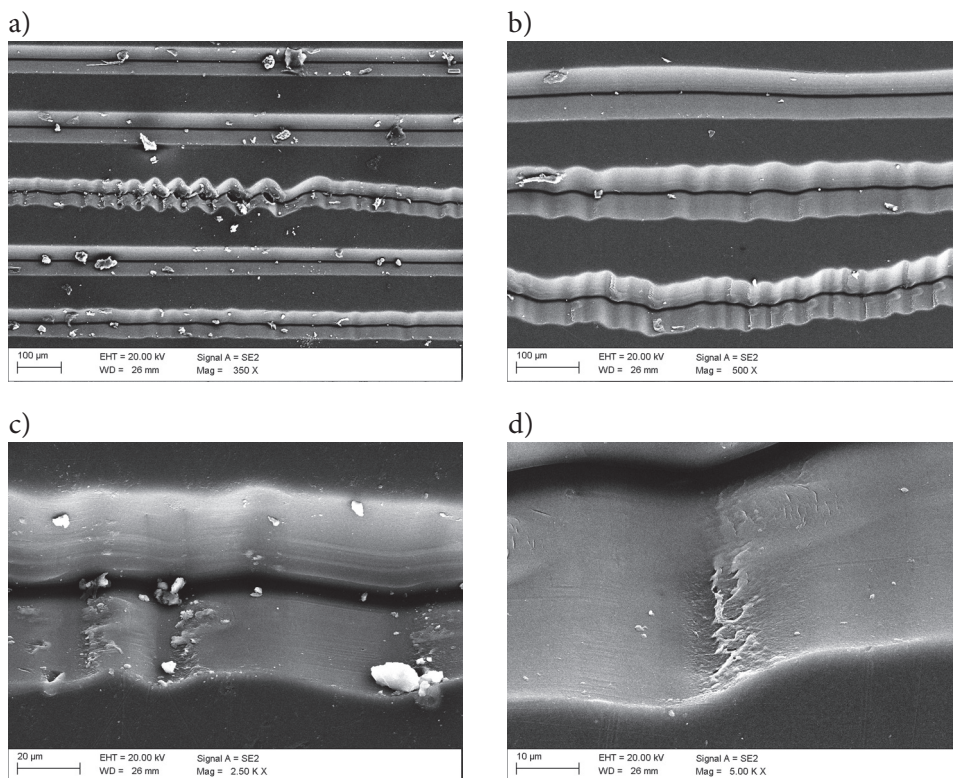
⁷Zob. A. Fogg, *Adaptery*, Warszawa 1957; M. Kominek, *Zaczął się od fonografu*, Kraków 1986.



Rys. 4. Płyta winylowa – widok pod kątem około 30°, powiększenie: a) 74x, b) 750x, c) 3500x, d) 5000x

Na rysunku 4 widzimy obrazy losowo wybranych obszarów płyty gramofonowej ze skaningowego mikroskopu elektronowego w różnych powiększeniach, na których nie widać wyraźnego zużycia, jedynie cząstki kurzu, które załęgły się w rowkach. To one są odpowiedzialne za tzw. efekt smażenia na płytach. Jak temu zaradzić? Wystarczy płytę po prostu umyć w roztworze alkoholu izopropylowego.

Czy na płycie odtwarzanej kilkaset razy widać elementy jej zużycia spowodowane tarcie igły po powierzchni rowka (zużycie trybologiczne)? Niestety, tak. Widać to na zdjęciach wybranych fragmentów płyty gramofonowej zebranych na rysunku 5. Zużycie widoczne na zdjęciach jako obszary poszarpane (widać je wyraźnie przy powiększeniach 2500 oraz 5000 razy) odpowiedzialne jest za obniżenie dynamiki (jakości) odtwarzania – a tego właśnie najbardziej się obawiamy.



Rys. 5. Płyta winylowa – widok z góry,
powiększenie: a) 350x, b) 500x, c) 2500x, d) 5000x

Podsumowanie

Aby płyta Vangelisa *Antarctica* służyła mi jeszcze przez jakiś czas i wywoływała stuprocentowe zadowolenie z jej odsłuchu, powinienem o nią po prostu dbać – czyścić co jakiś czas oraz uważać, aby jej nie porysować. Dbać muszę także o igłę i jej odpowiedni (zalecany) nacisk na płytę. Słuchanie muzyki z płyt winylowych wymaga pewnej uwagi, zatrzymania się na chwilę, celebracji. To bardzo dobre z punktu widzenia świata wokół nas, który pędzi jak szalony. Płyty powinniśmy słuchać tylko wtedy, kiedy mamy dla niej i dla siebie czas.

Elektronowy mikroskop skaningowy, umożliwiający uzyskiwanie bardzo dużych powiększeń (w naszym przypadku do 5000x), wykorzystuję m.in. do naukowej analizy przedmiotów związanych z moimi zainteresowaniami, np. płyt winylowych z ulubioną muzyką. Jest to fascynujące, kiedy możemy łączyć pracę zawodową ze swoimi pasjami!

Popatrzcie jeszcze raz na rysunek 4c). Czy obrazy z mikroskopu czasem nie przypominają struktur z naszego świata w makro skali? Zdjęcie to zatytułować można w następujący sposób: Czy to Wielki Kanion Kolorado? Nie, to Wielki Rowek Płyty Winylowej. Połączenie nauki i hobby jest pasjonujące!

Bibliografia

- Annis Matt, Fuller Patrick (2019), *Winyle. Podręcznik miłośnika winylów*, Warszawa: Wydawnictwo Bellona.
- Antarctica*, <https://www.discogs.com/search?q=Vangelis+Antarctica&type=all> [dostęp: 20.10.2024].
- Antarktyka*, <http://filmmusic.pl/index.php?act=recki&id=1746> [dostęp: 20.10.2024].
- Brocka-Krzemińska Żaneta, Ehrenstein Gottfried (2016), *Materiały polimerowe*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Dziadur Wiesław, Miłucha Janusz (2016), *Mikroskopia elektronowa*, t. II: *Mikroskopia skaningowa*, Kraków: Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej.
- Fogg Andrzej (1957), *Adaptory*, Warszawa: Państwowe Wydawnictwa Techniczne.
- Gramophone record*, https://en.wikipedia.org/wiki/Gramophone_record [dostęp: 30.10.2024].
- Igły we wkładkach gramofonowych*, <https://www.hifi.pl/porady/gramofony-igly.php> [dostęp: 31.10.2024].
- Kominek Mieczysław (1986), *Zaczęło się od fonografu*, Kraków: Polskie Wydawnictwo Muzyczne.
- Łapot Włodzimierz (2003), *Diament. Praktikum gemmologiczne*, Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego.
- Olszewski Tomasz (2023), *Książka o winylach*, Katowice: Wydawnictwo Polvinyl sp. z o.o.
- Wkładki gramofonowe*, <https://www.rms.pl/baza-wiedzy/255-wkladki-gramofonowe-gramofony-poradnik> [dostęp: 30.10.2024].

Is it possible to see the sound? How does a gramophone record wear out?

Summary

The article discusses issues related to studying the wear of records and phonograph needles using a scanning electron microscope. It provides essential information about the materials used in producing needles and gramophone records, as well as basic technological challenges associated with them. The paper includes images illustrating the tribological wear (due to friction) of gramophone records and dust particles deposited on their surfaces. Additionally, a review of Vangelis' album *Antarctica* is included as a contribution to the scientific discussion.

Keywords

record, vinyl, scanning electron microscope, gramophone, sound

***Kann man Geräusche sehen?
Wie nutzt sich die auf einer Schallplatte gespeicherte Musik ab?***

Zusammenfassung

Ausgangspunkt dieses Artikels sind Überlegungen zur Filmmusik von *Antarctica* von Koreyoshi Kurahara. Wenn Sie über Ihre Lieblingsmusik nachdenken, kommen Sie zu der Frage, wie sich eine Schallplatte abnutzt. Der Autor stellt die Funktionsweise eines Rasterelektronenmikroskops vor, das die Betrachtung einer Schallplatte bei starker Vergrößerung ermöglicht, und erklärt die Tonerzeugung. Außerdem wird auf die Materialien eingegangen, aus denen Schallplatten hergestellt werden, und der Zusammenhang zwischen Beschädigung und Wiedergabequalität analysiert.

Schlüsselwörter

Schallplatte, Vinyl, Rasterelektronenmikroskop, Plattenspieler, Ton

